

TNO PUBLIEK

Radarweg 60
1043 NT Amsterdam

TNO-rapport

www.tno.nl

T +31 88 866 50 10

TNO 2022 P10681

Artikel 6 EED renovatieverplichting gebouwen van publieke instellingen

Datum 12 april 2022
Auteur(s) Marijke Menkveld, Jeffrey Sipma

Opdrachtgever RVO
Projectnaam Artikel 6 EED renovatieplicht gebouwen publieke instellingen
Projectnummer 060.51155

Alle rechten voorbehouden.

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

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2022 TNO

TNO PUBLIEK

Summary

Introduction

The European Commission's Fit for 55 package includes a proposal to amend the Energy Efficiency Directive 2018 (EED). Saving energy is of great importance for reducing CO₂ emissions. A higher degree of renovation is needed to boost and accelerate making buildings sustainable in order to achieve the climate goals. The European Commission states public bodies can play an exemplary role. Article 6 of the EED proposes every Member state shall ensure that each year at least 3% of the total floor area of heated and/or cooled buildings owned by public bodies is renovated and transformed into nearly zero-energy buildings. The rate of at least 3% shall be calculated on the total floor area of buildings, having over 250 m² useful floor area owned by public bodies that on 1 January of 2024, which are not nearly zero-energy buildings. The Netherlands Enterprise Agency RVO has asked TNO to make an impact assessment of this proposal for the Netherlands and give policy recommendations.

Target group renovation obligation

The EED recast proposal says that the renovation obligation applies to contracting authorities within the meaning of Directive 2014/24/EU. This definition is under negotiation with the Member States. The reference to the Procurement Directive has been dropped and a choice has been made for clarification in the revised EED of the target group, which is expected to opt for a broad application of the renovation obligation to all social real estate. In this report we assume the definition of public bodies includes municipalities, provinces and the national government, but also institutions in the education sector, the health care sector, drinking water companies, network operators and waste companies, cultural institutions such as museums and theaters and sports associations.

In total, the target group of the renovation obligation concerns more than 100 million square meters of useful floor area, almost 153 thousand buildings. This means that a minimum of 3 million square meters of useful floor area (around 4.5 thousand buildings) must be renovated annually.

The renovation obligation only applies to buildings owned by a public body. We based the number of buildings and the number of square meters of useful floor area on information from Statistics Netherlands. This information is based on which institution is located at which address. It is unknown which part of the building stock is owned by public bodies and which part is rented by them.

Energy savings and CO₂ reduction renovation obligation

The energy savings due to the renovation obligation depend on the renovation strategy. With the renovation of worst-performing buildings, the renovation obligation gives the most energy savings. The renovation means post-insulation takes place and a (hybrid) heat pump, energy-efficient lighting and solar panels will be installed. Sometimes demolition of the old building and replacement by a new construction is more desirable than renovation because a new building better meets functional requirements. The EED proposal says that in exceptional cases Member States may count buildings new buildings as replacements for demolished ones towards the annual renovation rate.

In 2030, the total gas savings of the EED renovation obligation for buildings of public bodies are approximately 8.3 petajoules and the CO₂ emission reduction is 0.5 megatons. The renovation obligation ensures the use of (hybrid) electric heat pumps and therefore causes an extra electricity consumption of 0.6 petajoules. This extra electricity consumption is compensated by generation of solar power on the renovated buildings.

With renovation to zero-emission as proposed in the EPBD recast, the total gas savings of the EED renovation obligation are 11.6 petajoules and the CO₂ emission reductions are 0.7 megatons in 2030. The increase in electricity consumption is then 1.6 petajoules due to extra electricity consumption for heat pumps and much more solar power is needed to compensate for all electricity consumption; approximately 5.5 petajoules. The question is whether the roofs of the buildings are large enough to install so much solar panels and whether the electricity network can handle this.

About 0.9 petajoules of gas savings and 0.05 megatons of CO₂ emission reduction is already the effect of the energy saving obligation under the Environmental Management Act and the national minimum performance standard for offices. The additional natural gas savings are 7.2 petajoule (10.5 petajoule with renovation to zero-emission) and the additional CO₂ emission reduction is 0.45 megatons (0.65 megatons with renovation to zero-emission).

Investment costs and saved energy costs

The investment costs for the renovation obligation are uncertain. We looked at the investment costs that engineering bureau DGMR calculates for renovation of existing buildings to the energy performance standard in 2050 for existing buildings that is close to the BENG2 requirement. DGMR calculates with additional investment costs of 100 to 300 euro per square meter useful floor area. The total additional investments for the renovation of 21 million square meters in the period 2024-2030 therefore amount at 3 to 6 billion euros. The additional investments are the costs on top of the costs for regular maintenance and replacement. The total investments including costs for regular maintenance and replacement can certainly be a factor 2 higher than the additional investments.

The roadmaps for hospitals and long-term care facilities mention higher total investment costs for renovation: 700 to 800 euros/m² gross floor area for post-insulation, installation of a heat pump and solar panels with price level 2016. If we take into account conversion to usable floor area (0.9 m² usable floor area per m² gross floor area) and an increase in construction costs of 23% in the period 2016-2022, we arrive at total investment costs of around 1000 euros per square usable floor area with price level 2022. Higher investment costs are also estimated in the sectoral roadmap for educational housing of the PO and VO council and the VNG: 21 billion extra for renovation and replacement by new construction of more than 21 million square meters gross floor area. That is also about 1000 euros per square meter usable floor area for sustainability.

The energy cost savings of the renovation in the period 2024-2030 is approximately 200 to 300 million euros per year based on energy prices in January 2022, so without taking into account the uncertain development of energy prices up to 2030.

Costs for monitoring the renovation obligation

In the proposal of the European Commission, Member States are asked to create a database for monitoring the progress of the renovation obligation. The Dutch energy agency RVO has indicated that this requires a combination of different databases, such as the Database of Addresses and Buildings (BAG) and the database with energy performance certificates, and that a field 'public institutions' must be added to the BAG by the Land Registry. The costs for setting up the database are estimated by RVO at least 0.5 million euros and the annual costs at approximately 50,000 euros.

Policy recommendations

The renovation obligation for buildings owned by public bodies cannot be realized with existing policy, so additional policy is required. The national energy-saving obligation under the Environmental Management Act and the minimum performance standard for offices do require energy-saving measures, but not the measures required for renovation towards a nearly zero energy or zero-emission building.

It is difficult to legally impose a renovation obligation for 3% of the floor area per year when a building owner has a small real estate portfolio. The 3% would then consist of a part of a building. In the context of the revised EPBD, an increase in the renovation rate could be stimulated by phasing out G and F labels in the Building Decree before 2030, just as with the mandatory C label for offices. Building owners can be stimulated to renovate to new-build quality through a subsidy scheme. Without subsidy, the payback periods are very long. The budget of the subsidy scheme should be enough for renovation of 3% of the building stock each year.

It is also recommended to help public institutions with cheap financing through an energy-saving loan from the National Heat Fund. The savings on energy costs can be used to repay the loan. The subsidy is then only necessary for that part of the investment that can't be repaid within the term of the energy savings loan with the savings on energy costs. The heat fund already offers an energy-saving loan for schools with a term of 15 years and an interest of 2.3%. With the expected savings on energy costs of 200 to 300 million euros per year, public institutions can finance an additional investment of 3 to 4 billion euro. The other additional investments must then come from the subsidy budget. The annex to the Dutch Coalition Agreement states that up to and including 2030 2.75 billion euro has been reserved for making social real estate more sustainable.

It is recommended to renovate (or rebuild a new construction) immediately towards emission-free instead of to NZEB level. Ultimately, all buildings must be emission-free by 2050 and buildings of public bodies can play an exemplary role in that transition.

Samenvatting

Aanleiding

In het Fit for 55 pakket van de Europese Commissie zit een voorstel voor wijziging van de Energy Efficiency Directive 2018 (EED). Energie besparen is van groot belang voor een vermindering van CO₂-uitstoot. Een hogere renovatiegraad is nodig om de verduurzaming van gebouwen aan te jagen en te versnellen om de klimaatdoelen te bereiken. De Europese Commissie ziet voor publieke instellingen een voorbeeldrol. Artikel 6 van de EED bevat een renovatieverplichting voor gebouwen van publieke instellingen. Lidstaten moeten zorgen dat minimaal 3% per jaar van het totale vloeroppervlak van verwarmde en/of gekoelde gebouwen in eigendom van publieke instellingen > 250m² gerenoveerd wordt naar de nieuwbouweis conform de Energy Performance of Buildings Directive (EPBD). RVO heeft TNO gevraagd een onderzoek uit te voeren naar de impact van dit voorstel voor Nederland en aanbevelingen te geven voor beleid.

Doelgroep renovatieverplichting

De renovatieverplichting is in het EED-voorstel alleen van toepassing op publieke instellingen in de zin van de aanbestedingsrichtlijn 2014/24/EU. Over deze definitie van publieke instellingen wordt nog onderhandeld tussen de lidstaten en de Europese Commissie. De verwijzing naar de aanbestedingsrichtlijn is losgelaten en er wordt gekozen voor verduidelijking in de herziene EED van de doelgroep, waarbij naar verwachting wordt gekozen voor een brede toepassing van de renovatieverplichting op alle maatschappelijk vastgoed. In dit rapport gaan we ervan uit dat gebouwen van gemeenten, provincies en de rijksoverheid daaronder vallen, maar ook gebouwen in het onderwijs en de gezondheidszorg en gebouwen van drinkwaterbedrijven, netbeheerders en afvalbedrijven, culturele instellingen (musea en theaters) en sportverenigingen.

In totaal betreft de doelgroep van de renovatieverplichting ruim 100 miljoen vierkante meter gebruiksoppervlakte verdeeld over bijna 153 duizend verblijfsobjecten. Dat betekent dat jaarlijks minimaal 3 miljoen m² gebruiksoppervlakte verdeeld over 4,5 duizend verblijfsobjecten gerenoveerd moet worden.

De renovatieverplichting geldt alleen voor gebouwen die in eigendom zijn van een publieke instelling. We baseren het aantal verblijfsobjecten en het aantal vierkante meters gebruiksoppervlakte nu op informatie van het CBS. Die informatie gaat uit van welke instelling op welk adres gevestigd is. Onbekend is welke deel van de gebouwvoorraad in eigendom is van publieke instellingen en welk deel door hen gehuurd wordt.

Besparing en CO₂-reductie renovatieverplichting

De energiebesparing door de renovatieverplichting is afhankelijk van de strategie. Met de strategie slechtste labels eerst, levert de renovatieverplichting de meeste besparing op. Bij renovatie naar BENG vindt na-isolatie plaats, wordt het gebouw verwarmd met een (hybride) warmtepomp, energiezuinige verlichting toegepast en zonnepanelen geïnstalleerd. In sommige gevallen zal sloop en nieuwbouw wenselijker zijn dan renovatie omdat nieuwbouw beter aansluit bij de huidige functionele eisen. Door het hoge ambitieniveau kan na-isolatie ook te ingrijpend

zijn, afhankelijk van de constructie van het gebouw. Het EED voorstel geeft aan dat in uitzonderlijke gevallen de lidstaten vervangende nieuwbouw mogen meetellen voor het jaarlijkse renovatiepercentage.

In de periode 2024-2030 is de totale gasbesparing circa 8,3 PJ, wat overeenkomt met een CO₂-emissiereductie van 0,5 megaton. De renovatieverplichting zorgt voor toepassing van (hybride) elektrische warmtepompen en daardoor voor een extra elektriciteitsverbruik van 0,6 PJ. Dat extra elektriciteitsverbruik wordt gecompenseerd met extra opwekking van zonnestroom op de gerenoveerde gebouwen.

Bij renovatie naar emissievrij zoals in de herziene EPBD wordt voorgesteld is de totale gasbesparing 11,6 PJ (0,7 megaton). De stijging van het elektriciteitsverbruik is dan 1,6 PJ door extra elektriciteitsverbruik voor warmtepompen en er is veel meer zonnestroom nodig om alle elektriciteitsverbruik te compenseren, circa 5,5 PJ. De vraag daarbij is wel of de daken van individuele gebouwen groot genoeg zijn om zoveel zonnestroom op te wekken dat zij hun eigen elektriciteitsverbruik kunnen dekken en of het elektriciteitsnetwerk een dergelijke groei van zonnestroom aankan.

Ongeveer 0,9 PJ gasbesparing en 0,05 megaton CO₂-reductie is al het effect van de energiebesparingsverplichting in het kader van de Wet Milieubeheer en de kantoren label C verplichting. De additionele aardgasbesparing is 7,2 PJ (10,5 PJ bij renovatie naar emissievrij) en de additionele CO₂-emissiereductie 0,45 megaton (0,65 megaton bij renovatie naar emissievrij).

Kosten en besparing van de renovatieverplichting

De investeringskosten voor de renovatieverplichting zijn onzeker. We hebben gekeken naar de investeringskosten die ingenieursbureau DGMR berekend voor renovatie van bestaande bouw naar de eindnorm die dicht bij de BENG2-eis ligt. DGMR rekent met meerinvesteringen van 100 tot 300 euro per vierkante meter gebruiksoppervlakte (gbo). De meerinvesteringen voor de renovatie van 21 miljoen vierkante meter in de periode 2024-2030 bedragen daarmee 3 tot 6 miljard euro. De meerinvesteringen zijn de kosten boven op de kosten voor regulier onderhoud en vervanging. De totale investeringen inclusief deze kosten voor regulier onderhoud en vervanging kunnen zeker een factor 2 hoger zijn dan de meerinvesteringen.

De routekaarten voor ziekenhuizen en langdurige zorg vermelden hogere totale investeringskosten voor renovatie: 700 à 800 euro/m² bvo voor na-isolatie, installatie van een warmtepomp en zonnepanelen met prijspeil 2016. Als we rekening houden met omrekening naar gebruiksoppervlakte (0,9 m² gbo per m² bvo) en stijging van de bouwkosten met 23% komen we uit op totale investeringskosten rond de 1000 euro per vierkante gebruiksoppervlakte en prijspeil 2022. Ook in de sectorale routekaart onderwijshuisvesting van de PO en VO raad en de VNG worden hogere investeringskosten geraamd: 21 miljard extra voor renovatie en vervangende nieuwbouw van ruim 21 miljoen m² bvo. Ook dat is circa 1000 euro/m² gbo voor verduurzaming.

De besparingen op de energiekosten bedragen totaal circa 200 à 300 miljoen euro per jaar. Dat is berekend met de energieprijzen in januari 2022, dus zonder rekening te houden met onzekere ontwikkeling van energieprijzen tot en met 2030.

Kosten voor monitoring van de renovatieverplichting

In het voorstel van de Europese Commissie wordt lidstaten gevraagd een database te maken voor monitoring van de voortgang van de renovatieverplichting. RVO heeft aangegeven dat daarvoor een combinatie van verschillende databases zoals de Basisadministratie Adressen en Gebouwen (BAG) en de energielabeldatabase nodig is en dat aan de BAG een veld “publieke instellingen” moet worden toegevoegd door het Kadaster. De kosten voor de opzet van database worden door RVO geschat op zeker een 0,5 miljoen euro en de jaarlijkse kosten op 50.000 euro.

Beleidsaanbevelingen

De renovatieverplichting kan niet worden gerealiseerd met bestaand beleid, er is aanvullend beleid nodig. De energiebesparingsplicht uit de Wet milieubeheer en de label C verplichting voor kantoren vraagt wel om energiebesparende maatregelen, maar niet de maatregelen die nodig zijn voor renovatie naar BENG2 of emissievrij.

Het is moeilijk om de renovatieverplichting direct te vertalen naar een wettelijke eis voor publieke instellingen met een vastgoedportefeuille. De 3% zou dan betrekking hebben op een deel van een gebouw. In het kader van de herziene EPBD zou verhoging van het renovatietempo kunnen worden gestimuleerd door een wettelijke uitfasering van G en F labels voor 2030, net zoals bij de verplichte label C voor kantoren. Vastgoedeigenaren zouden verleid kunnen worden tot renovatie naar nieuwbouwkwaliteit via een subsidieregeling. Zonder subsidie zijn de terugverdientijden erg lang. Het budget van de subsidieregeling moet voldoende zijn voor renovatie van 3% van de gebouwenvoorraad per jaar.

Ook verdient het aanbeveling publieke instellingen te helpen met goedkope financiering via een energiebespaarlening uit het Warmtefonds. De besparing op energiekosten kan gebruikt worden om de lening af te lossen. De subsidie is dan alleen nodig voor dat deel van de investering dat binnen de looptijd van de energiebespaarlening niet wordt terugverdiend met de besparing op energiekosten. Het warmtefonds biedt nu al een energiebespaarlening aan voor scholen met een looptijd van 15 jaar en 2,3% rente. Met de verwachte besparing op energiekosten van 200 à 300 miljoen euro per jaar kunnen publieke instellingen een investering van 3 à 4 miljard financieren. De overige investeringen zouden dan uit subsidiebudget moeten komen. In de bijlage van het Coalitieakkoord staat dat tot en met 2030 voor de verduurzaming van maatschappelijk vastgoed 2,75 miljard euro is gereserveerd.

Het verdient aanbeveling direct te renoveren naar emissievrij in plaats van naar BENG. Uiteindelijk moeten alle gebouwen in 2050 emissievrij zijn en gebouwen van publieke instellingen kunnen een voorbeeldrol vervullen in die transitie.

Inhoudsopgave

	Summary	2
	Samenvatting	5
1	Inleiding	9
2	Doelgroep publieke instellingen	10
2.1	Doelgroep renovatieverplichting publieke instellingen	10
2.2	Jaarlijks te renoveren gebruiksoppervlakte gebouwen publieke instellingen	14
3	Energiebesparing, kosten en baten van een renovatieverplichting. 16	
3.1	Energiebesparing en CO ₂ -reductie renovatieverplichting	16
3.2	Investeringskosten renovatieverplichting	35
3.3	Besparing op energiekosten	38
3.4	Kosten monitoring renovatieverplichting	38
4	Beleidsaanbevelingen	40
4.1	Overlap renovatieverplichting met andere Fit for 55 voorstellen	40
4.2	Is aanvullend beleid nodig om de renovatieverplichting te realiseren?	43
	Referenties	46

1 Inleiding

Aanleiding

In het Fit for 55 pakket van de Europese Commissie zit een voorstel voor wijziging van de Energy Efficiency Directive (EED). Energie besparen is van groot belang voor een vermindering van CO₂-uitstoot. Een hogere renovatiegraad is nodig om de verduurzaming van de gebouwde omgeving aan te jagen en te versnellen om de klimaatdoelen te bereiken. De Europese Commissie ziet voor publieke instellingen een voorbeeldrol en daarom wordt in de EED een renovatieverplichting voorgesteld van gebouwen van publieke instellingen. Artikel 6 van de EED bevat een renovatieverplichting voor gebouwen van publieke instellingen. Lidstaten moeten zorgen dat minimaal 3% per jaar van het totale vloeroppervlak van verwarmde en/of gekoelde gebouwen in eigendom van publieke instellingen > 250m² gerenoveerd wordt naar de nieuwbouweis conform de Energy Performance of Buildings Directive (EPBD). RVO heeft TNO gevraagd een onderzoek uit te voeren naar de impact van dit voorstel voor Nederland.

Onderzoeksvragen

In deze impactstudie zijn de volgende onderzoeksvragen onderzocht.

1. Hoeveel gebouwen dienen te voldoen aan deze renovatieverplichting, uitgesplitst in eigendom en huur? Hoeveel vloeroppervlak dient er per jaar te worden gerenoveerd naar de BENG-2 eis in de periode 2024-2030, rekening houdende met uitzonderlijke gevallen van sloopnieuwbouw, verkoop en/of buitengebruikstelling?
2. Wat is de te verwachten energiebesparing en CO₂-reductie voor Nederland door deze verplichting, rekening houdend met bestaand beleid en autonome sloop/nieuwbouw en gerelateerd aan de gevraagde scenario's onder vraag 4?
3. Wat zijn de geschatte structurele en eenmalige maatschappelijke kosten en baten (niet-gemaakte kosten) om aan de verplichting te voldoen? En welke aanpak kan het beste worden gebruikt: slechtste labels eerst renoveren/vervangen, gemiddeld over de labelklassen renoveren, grootste gebouwen eerst renoveren, aansluiten bij de wijkaanpak?
4. Welke interactie en overlap heeft het voorgestelde doel van de EED met de andere voorstellen in het Fit for 55 pakket en met de doelstellingen uit het Klimaatakkoord (zowel positief als negatief)?
5. In hoeverre kan invulling worden gegeven aan deze renovatieplicht door het (a) huidige beleid en (b) aanpassing/extra inzet op huidig beleid? In hoeverre is nieuw, additioneel beleid nodig?

Leeswijzer

De doelgroep van de renovatieverplichting wordt geschetst in Hoofdstuk 2 om daarmee de eerste onderzoeksvraag te beantwoorden. De te verwachten energiebesparing en CO₂-reductie en kosten en baten in samenhang met de te kiezen strategie wordt berekend in Hoofdstuk 3 en beantwoordt de onderzoeksvragen 2 en 3. Hoofdstuk 4 gaat in op de interactie en overlap met andere voorstellen uit het Fit for 55 pakket (onderzoeksvraag 4) en sluit dit rapport af met beleidsaanbevelingen (onderzoeksvraag 5).

2 Doelgroep publieke instellingen

In dit hoofdstuk beschrijven we de doelgroep van de renovatieverplichting: hoeveel gebouwen en vierkante meters gebouwoppervlak moet jaarlijks worden gerenoveerd?

Paragraaf 2.1 bepaalt eerst de omvang van de gebouwvoorraad van de doelgroep publieke instellingen en Paragraaf 2.2 schetst het jaarlijks te renoveren gebouwoppervlak per gebruiksfunctie.

2.1 Doelgroep renovatieverplichting publieke instellingen

Publieke instellingen

De renovatieverplichting is in het voorstel van de Europese Commissie alleen van toepassing op aanbestedende diensten (waaronder publiekrechtelijke instellingen) in de zin van richtlijn 2014/24/EU. Artikel 4 uit deze richtlijn beschrijft wat publieke instellingen zijn: Publiekrechtelijke instellingen zijn instellingen die voldoen aan alle volgende kenmerken:

- a) zij zijn opgericht voor het specifieke doel te voorzien in andere behoeften van algemeen belang dan die van industriële of commerciële aard;
- b) zij bezitten rechtspersoonlijkheid, en
- c) zij worden merendeels door de staats-, regionale of lokale overheidsinstanties of andere publiekrechtelijke lichamen gefinancierd, of hun beheer staat onder toezicht van deze instanties of lichamen, of zij hebben een bestuurs-, leidinggevend of toezichthoudend orgaan waarvan de leden voor meer dan de helft door de staat, de regionale of lokale overheidsinstanties of andere publiekrechtelijke instellingen zijn aangewezen.

Commerciële partijen in een sector zijn uitgezonderd van deze verplichting.

Over deze definitie van publieke instellingen wordt nog onderhandeld tussen de lidstaten en de Europese Commissie. De verwijzing naar de aanbestedingsrichtlijn is losgelaten en er wordt gekozen voor verduidelijking in de herziene EED van de doelgroep, waarbij naar verwachting wordt gekozen voor een brede toepassing van de renovatieverplichting op alle maatschappelijk vastgoed. In dit rapport gaan we ervan uit dat gemeenten, provincies en de rijksoverheid daaronder vallen, maar ook het onderwijs, de gezondheidszorg, drinkwaterbedrijven, netbeheerders en afvalbedrijven en culturele instellingen zoals musea en theaters, en sportverenigingen.

Wij hebben een overzicht gemaakt van de doelgroep publieke instellingen op basis van de gebouwenmatrix 2020 van het CBS (CBS, 2021a). De gebouwenmatrix geeft een overzicht van de gebouwvoorraad naar bouwtype en economische activiteit (SBI sector) uitgedrukt in het aantal verblijfsobjecten en het aantal vierkante meters gebruiksoverlakte.

We nemen in dit rapport als gebouwen van publieke instellingen mee:

- Alle gebouwen in de sectoren O Openbaar bestuur, P onderwijs en R Gezondheidszorg.
- Uit sector S Overige dienstverlening nemen we alle scholen, dagopvang, zorginstellingen en sportaccommodaties mee, dat zijn gebouwen gerund door levensbeschouwelijke en ideële organisaties.
- Uit sector R Cultuur, sport en recreatie, nemen we 50% van bijeenkomstgebouwen mee (musea, theaters, bibliotheken) en 62% van binnensport en 82% van de buitensport accommodaties en 100% van zwembaden.
- Uit sector E Waterbedrijven en afvalbeheer hebben we 9% van de gebouwen meegenomen, dit zijn de drinkwaterbedrijven en afvalverwerkers met gemeenten als aandeelhouder.
- Uit sector D Energievoorziening nemen we alleen 2% van de kantoren mee als gebouwen van de netbeheerders.

De percentages zijn bepaald door aan de hand van CBS cijfers over het aantal bedrijven naar SBI code een inschatting te maken van publieke en commerciële activiteiten. Daarbij hebben we rekening gehouden met het onderscheid tussen rechtspersonen en ZZP'ers, en alleen gekeken naar rechtspersonen (CBS, 2021b). Er kunnen nog publieke instellingen zijn in andere sectoren, denk bijvoorbeeld aan de publieke omroep in sector J Informatie en Communicatie. Voor de schatting van het vloeroppervlak van de sector is zo'n enkel geval verwaarloosbaar.

Gebouwen groter dan 250 m²

Vervolgens hebben we een inschatting gemaakt voor het aandeel gebouwen dat groter is dan 250 m². Voor gebouwen met een bijeenkomstfunctie hebben we verondersteld dat ze allemaal groter zijn dan 250 m², omdat het grote gebouwen zijn of verblijfsobjecten binnen grote panden van de overheid. Gebouwen met een celfunctie zijn ook allemaal groter dan 250 m². Dit weten we uit data van het Rijksvastgoedbedrijf uit 2015 die TNO in het kader van een eerdere studie over artikel 5 van de EED heeft ontvangen (Niessink, 2019). Wat betreft gebouwen met een gezondheidszorgfunctie hebben we verondersteld dat ziekenhuizen allemaal groter zijn dan 250 m² en hebben we voor verzorgingstehuizen en medische praktijken een analyse gedaan op CBS data uit de benchmarkstudie van TNO (Sipma, 2021). Voor een inschatting van dagopvang kleiner dan 250 m² hebben we gebruik gemaakt van data over kinderdagverblijven uit de kinderopvangwijzer (Kinderopvang-wijzer, 2021). Ook voor de gebouwen met een onderwijsfunctie en sportfunctie hebben we een analyse gedaan op CBS data uit de benchmarkstudie. Voor verblijfsobjecten met een winkelfunctie, kantoorfunctie, industriefunctie en logiesfunctie in de sectoren O, P en Q hebben we verondersteld dat deze zich allemaal in een pand van 250 m² bevinden. Voor alle verblijfsobjecten met een woonfunctie in de sectoren O,P en Q hebben we verondersteld dat ze allemaal kleiner zijn dan 250 m².

Tabel 1 geeft een overzicht van het aandeel verblijfsobjecten en vierkante meters in gebouwen groter dan 250 m² dat we per gebruiksfunctie hebben verondersteld. Omdat gebouwen groter dan 250 m² meer vierkante meters hebben is hun aandeel in vierkante meters groter dan in aantal verblijfsobjecten.

Tabel 1 Aandeel verblijfsobjecten en gebruiksoppervlakte groter dan 250 m² naar gebruiksfunctie

Gebruiksfunctie	Aandeel vbo's in panden >250 m ²	Aandeel gebruiksoppervlakte in panden >250 m ²	Bron
Bijeenkomstfunctie zonder kinderdagverblijf	100%	100%	
Bijeenkomstfunctie met kinderdagverblijf	16%	27%	Kinderopvangwijzer
Celfunctie	100%	100%	Rijksvastgoedbedrijf
Gezondheidszorgfunctie			
- Ziekenhuis	100%	100%	Data CBS en Sipma, 2016
- Verzorgingstehuis	97%	99,9%	
- Medische praktijk	28%	69%	
Industriefunctie	100%	100%	
Kantoorfunctie	100%	100%	
Logiesfunctie	100%	100%	
Onderwijsfunctie	98%	99,9%	Data CBS
Sportfunctie			
- Binnen	95%	99,5%	Data CBS en Mullier Instituut
- Buiten	66%	94,5%	
- Zwembaden	100%	100%	
Winkelfunctie	100%	100%	
Woonfunctie	0%	0%	

Door de aandelen van gebouwen groter dan 250 m² te vermenigvuldigen met de voorraad uit de gebouwenmatrix die voldoet aan de definitie van publieke instellingen komen we tot de inschatting van de doelgroep zoals weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2 Doelgroep gebouwen van publieke instellingen groter dan 250 m²

Gebruiksfunctie	Aantal verblijfsobjecten	gebruiksoppervlakte in miljoenen m ²
Bijeenkomstfunctie zonder kinderdagverblijf	2.633	6,3
Bijeenkomstfunctie met kinderdagverblijf	1.480	0,5
Celfunctie	68	0,8
Gezondheidszorgfunctie met bed	491	5,4
Gezondheidszorgfunctie zonder bed	69.568	16,8
Industriefunctie	32.294	10,8
Kantoorfunctie	16.723	15,7
Logiesfunctie	248	0,1
Onderwijsfunctie	16.325	34,6
Sportfunctie	10.463	10,3
Winkelfunctie	2.370	0,6
Totaal	152.662	101,9

In totaal betreft de doelgroep van de renovatieverplichting ruim 100 miljoen vierkante meter gebruiksoppervlakte, bijna 153 duizend verblijfsobjecten. Dat betekent dat jaarlijks 3 miljoen m² gebruiksoppervlakte verdeeld over 4,5 duizend verblijfsobjecten gerenoveerd moet worden.

Van de 100 miljoen vierkante meter bevindt 0,6 miljoen vierkante meter zich in de sectoren D en E (0,4%) en dus in de sectoren elektriciteit en industrie en buiten de dienstensector. Het merendeel van het oppervlak bevindt zich wel binnen de dienstensector (G t/m S en U). De doelgroep van de renovatieverplichting betreft 15% van het aantal verblijfsobjecten en 24% van de totale gebruiksoppervlakte in de dienstensector.

De meeste gebouwen uit de doelgroep van de renovatieverplichting hebben een onderwijsfunctie of een zorgfunctie. Daarnaast zijn er veel gebouwen met een kantoorfunctie, industrie functie of sportfunctie.

Gebouwen in eigendom of gehuurd door publieke instellingen

Tabel 2 geeft een schatting van de gebouwvoorraad die in gebruik is door publieke instellingen. Welk deel daarvan in eigendom is van publieke instellingen en welk deel wordt gehuurd door publieke instellingen is onbekend. In de gebouwenmatrix worden adressen en gebouwen uit de BAG ingedeeld naar sector en bouwtype op basis van de klantenbestanden energie, WOZ data en het handelsregister. Het gaat er dan om of een instelling op een adres gevestigd is. Data over het eigendom van gebouwen is alleen bekend bij het Kadaster.

Het voorstel van de Europese Commissie vraagt om een openbaar toegankelijk bestand met de gebouwvoorraad van publieke instellingen met het gebruiksoppervlakte en het energielabel per pand. Het bestand moet jaarlijks worden geüpdatet. Het maken van zo'n databestand valt buiten de scope van deze impact studie.

Monumenten

Monumenten zijn op dit moment niet labelplichtig. In het voorstel van de Europese Commissie voor de herziening van de EPBD van 15 december 2021 staat dat zij in de toekomst geen uitzondering meer voor cultureel erfgoed willen maken. Ook over dit punt wordt nog onderhandeld tussen de Europese Commissie en de lidstaten.

Er zijn 62.000 Rijksmonumenten en 40.000 gemeentelijke monumenten (CBS, 2021c Erfgoedstem, 2015). Een deel daarvan is een woonhuis en slechts een deel is in eigendom en gebruik van het Rijksvastgoedbedrijf, provincies of gemeenten. Er is een register van Rijksmonumenten. Gemeentelijke monumenten staan niet in een landelijk register, maar zijn wel bekend per gemeente: Het Rijksvastgoedbedrijf beheert 219 Rijksmonumenten, 1,2 miljoen m² volgens een Kamerbrief uit 2001. Een eerste schatting is dat 1 à 2 miljoen m² van de publieke gebouwvoorraad een monument betreft. Omdat het slechts gaat om 1 à 2% van de voorraad, maken we in deze impact studie verder geen correcties voor dit aandeel monumenten.

2.2 Jaarlijks te renoveren gebruiksoppervlakte gebouwen publieke instellingen

In het voorstel voor herziening van artikel 6 van de EED staat:

“The rate of at least 3% shall be calculated on the total floor area of buildings having a total useful floor area over 250 m² owned by public bodies of the Member State concerned and which on 1 January 2024, are not nearly zero-energy buildings.”

De 3% te renoveren gebruiksoppervlakte wordt dus bepaald op basis van de gebouwvoorraad van publieke instellingen op 1 januari 2024. Een klein percentage, een paar procent van de gebruiksoppervlakte voldoet nu al aan de BENG eisen (zie Hoofdstuk 3). In Tabel 3 geven we een inschatting van het te renoveren oppervlak in de periode 2024-2030.

Tabel 3 Te renoveren oppervlak gebouwen van publieke instellingen

Gebruiksfunctie	Gebruiks-oppervlakte doelgroep [1000 m ²]	Gebruiks-oppervlakte dat al voldoet aan BENG2-eis [1000 m ²]	Te renoveren gbo in de periode 2024-2030 [miljoenen m ²]
Bijeenkomstfunctie zonder kinderdagverblijf	6.303	350	1,3
Bijeenkomstfunctie met kinderdagverblijf	503	12	0,1
Celfunctie	840	81	0,2
Gezondheidszorgfunctie met bed	5.378	140	1,1
Gezondheidszorgfunctie zonder bed	16.765	641	3,4
Industriefunctie	10.783	0	2,3
Kantoorfunctie	15.718	25	3,3
Logiesfunctie	103	5	0,0
Onderwijsfunctie	34.646	1.013	7,1
Sportfunctie	10.312	1.256	1,9
Winkelfunctie	566	6	0,1
Totaal	101.917	3.529	21,4

We hebben een schatting gemaakt van de gebouwvoorraad met gebouwen groter dan 250 m² in gebruik door publieke instellingen in 2020. Tussen 1 januari 2020 en 1 januari 2024 kan de voorraad van bestaande gebouwen nog verder verminderen door sloop en toenemen door nieuwbouw. De nieuwbouw moet voldoen aan de BENG eisen dus speelt in de renovatieverplichting geen rol. Uit een analyse van de BAG blijkt dat van het gebruiksoppervlakte van de gebouwen met een onderwijsfunctie in de periode 2010-2019 gemiddeld jaarlijks 1,2% per jaar werd gesloopt, voor gebouwen met een zorgfunctie was dat 1% per jaar en voor gebouwen met een celfunctie 0,6% per jaar. Dit betekent dat we mogen aannemen dat het te renoveren gebruiksoppervlakte van gebouwen in gebruik door publieke

instellingen jaarlijks met circa 1% per jaar afneemt en op 1 januari 2024 een paar procent kleiner zal zijn dan hier geschetst.

De gebouwvoorraad verandert echter niet alleen door sloop en nieuwbouw, maar ook door transformatie: verandering van de gebruiksfunctie. Uit analyse van de BAG blijkt dat in de periode 2011-2019 zo'n 0,7% per jaar van het gebruiksoppervlakte van gebouwen met een onderwijsfunctie nieuwbouw is, sloop was in periode 2011-2019 zo'n 1,2% per jaar. Daarnaast nam de gebruiksoppervlakte van gebouwen met een onderwijsfunctie toe met gemiddeld 2% per jaar door transformatie vanuit een andere gebruiksfunctie en nam de gebruiksoppervlakte af met gemiddeld 1,5% per jaar door transformatie naar een andere gebruiksfunctie. Onduidelijk is of de cijfers over transformatie slechts een administratieve verandering zijn of daadwerkelijke functieverandering van gebouwen. Transformatie zou samen kunnen gaan met renovatie en biedt op dat moment kansen voor de renovatieverplichting.

De te renoveren gebouwvoorraad van publieke instellingen kan dus nog verminderen door sloop maar ook toenemen door transformatie. Omdat onduidelijk is hoeveel dat precies zal zijn nemen we dit verder niet mee in dit rapport. Uiteindelijk gaat het per saldo naar verwachting om een verandering van de gebruiksoppervlakte van minder dan 1% per jaar.

Uiteindelijk moeten we toe naar een situatie dat in 2050 alle gebouwen emissievrij zijn. Met 3% per jaar zou in de periode 2024-2050, in 27 jaar tijd 81% van het oppervlak gerenoveerd worden. Daarnaast zal in 27 jaar tijd het overige deel waarschijnlijk wel grotendeels gesloopt zijn.

3 Energiebesparing, kosten en baten van een renovatieverplichting

In dit hoofdstuk berekenen we de te verwachten energiebesparing en CO₂-reductie van een renovatieverplichting voor gebouwen van publieke instellingen in Paragraaf 3.1. Vervolgens berekenen we de kosten en baten van de renovatie in Paragraaf 3.2.

3.1 Energiebesparing en CO₂-reductie renovatieverplichting

De energiebesparing door de renovatieverplichting is afhankelijk van de strategie: slechtste labels eerst, gemiddeld gebouw renoveren, beste labels eerst, grootste gebouwen eerst of aansluiten bij de wijkaanpak. We bespreken eerst de strategie van slechtste labels eerst renoveren in Paragraaf 3.1.1 en daarna de andere strategieën in Paragraaf 3.1.2.

3.1.1 *Strategie slechtste labels eerst renoveren*

Welke labels renoveren bij “slechtste labels eerst”

Bij slechtste labels eerst, denken we aan G labels. Maar voor de renovatieverplichting moet in de periode 2024-2030 jaarlijks 3% worden gerenoveerd, dat is in totaal 21% van de gebouwvoorraad van publieke gebouwen. Gezien de labelverdeling betekent de strategie “slechtste labels eerst” veel meer dan alleen de G labels renoveren. Welke labelklassen behoren bij de slechtste 21% van de voorraad verschilt per gebruiksfunctie. Om dat te bepalen hebben we een inschatting gemaakt van de labelverdeling van de totale gebouwvoorraad van utiliteitsgebouwen.

Het bepalen van de huidige labelverdeling is ingewikkeld om 2 redenen:

1. Niet alle gebouwen hebben een energielabel
2. De labelmethodiek is veranderd per 1 januari 2021.

We maken een schatting van de labelverdeling van de gehele gebouwvoorraad op basis van de gegevens over de gebouwen die wel gelabeld zijn en waarover gegevens beschikbaar zijn in de labeldatabase. Dat doen we op dezelfde manier als W/E adviseurs gebruikt heeft bij de inijkingsstudie met een wegingstabel (W/E adviseurs, 2020). De labels in de labeldatabase worden dan opgeschaald naar de totale gebouwvoorraad door een weging per gebruiksfunctie en bouwjaarklasse toe te passen.

De voorgaande EPA methodiek bestond uit de zogenaamde basismethode (EPA berekening volgens de methodiek zoals beschreven in ISSO publicatie 75.1) en de detailmethode (EPA berekening volgens de NEN 7120 methodiek). Met de basismethode werd het label G tot en met A bepaald. Wanneer het ISSO label uitkomt op een A, mag de detailmethode toegepast worden. Deze kan plusjes toekennen. Niet iedere gebouweigenaar zette deze stap en niet iedere EPA software leverancier had beide methoden ontwikkeld. Vabi bood alleen software conform ISSO publicatie 75.1 aan; DGMR en Unic hadden wel EPA software volgens de NEN 7120 detailmethode ontwikkeld. Sinds 1 januari 2021 dient het label bepaald te worden volgens de NTA 8800 methodiek.

W/E adviseurs heeft in de inijkingsstudie de labels uit de labeldatabase van 1 januari 2019 vertaald naar NTA labels. Daarbij zijn de met de detailmethode bepaalde A labels met plusjes niet meegenomen omdat W/E voor de vertaling VABI software gebruikt die dat niet kan. Na afloop van de inijkingsstudie heeft W/E de database aangevuld met de energielabels uit de labeldatabase tot en met 1 januari 2021 voor andere studies. Ook deze labels uit de jaren 2019 en 2020 die bepaald zijn met de voorgaande EPA methodiek volgens ISSO publicatie 75.1 zijn door W/E adviseurs vertaald naar NTA labels. Ook hierbij zijn de A met plusjes die volgens de detailmethodiek waren bepaald niet meegenomen. De data van W/E adviseurs voor alle labels tot en met 1 januari 2021 zijn opgeschaald naar de gehele BAG voorraad op basis van bouwjaarklassen.

De gebruikte labelverdeling uit de labeldatabase is up to date tot en met 1 januari 2021¹. Maar de A met plusjes uit de voorgaande EPA methodiek zijn niet meegenomen. De A met plusjes die we tonen in de labelverdeling in Tabel 4 zijn voornamelijk A plus labels volgens de ISSO 75. methodiek die er plusjes hebben bijgekregen bij de vertaling naar de NTA methode. Deze A met plusjes betreffen circa 2% van de labels in de labeldatabase tot en met 1 januari 2021. Dit betekent dat we de A met plusjes in de geschatte labelverdeling voor de totale voorraad ook iets onderschatten en dat we de slechtste labels iets overschatten. Het geschatte percentage is echter zo klein dat dit wegvalt in de onzekerheid over de opschaling van de labels uit de labeldatabase naar de totale voorraad.

Tabel 4 geeft de geschatte labelverdeling per gebruiksfunctie van de gehele voorraad in vierkante meters. Dit is de geschatte labelverdeling van de totale voorraad utiliteitsbouw. Voor gebouwen met een bijeenkomstfunctie met kinderdagverblijf, zorgfunctie, onderwijsfunctie of celfunctie komt dit overeen met de gebouwvoorraad van publieke instellingen. Voor gebouwen met andere functies, zoals kantoorfunctie, kan de labelverdeling van gebouwen van publieke instellingen anders zijn dan de labelverdeling van de totale voorraad, maar we hebben daar geen gegevens over. We veronderstellen daarom dat de voorraad gebouwen van publieke instellingen dezelfde labelverdeling heeft als de totale gebouwvoorraad, maar in de praktijk hoeft dat niet zo te zijn.

In Tabel 3 zijn de labelklassen die samen minimaal de 21% slechtste gebouwen vormen grijs gearceerd. Voor gebouwen met een onderwijsfunctie zijn dit bijvoorbeeld de G en F labels, maar voor gebouwen met een kantoorfunctie betreft dit de gebouwen met de labels G t/m D.

¹ De labeldatabase mist ook labels van panden met meerdere verblijfsobjecten zoals een bedrijfsverzamelgebouw. Wanneer een pand meerdere verblijfsobjecten heeft, werd in het verleden slechts één van deze vbo's als zijnde gelabeld opgenomen in de labeldatabase. Dit, terwijl meestal alle vbo's binnen dat pand hetzelfde label hebben gekregen. Het is onbekend hoeveel labels er op deze manier missen in de database.

Tabel 4 Schatting labelverdeling volgens NTA8800 gebruiksovervlakte totale voorraad per gebruiksfunctie in aandeel van de vierkante meters

	G	F	E	D	C	B	A	A+	A++	A+++	A++++
Bijeenkomstfunctie zonder kdv	13%	5%	5%	8%	8%	8%	10%	19%	18%	6%	0,1%
Bijeenkomstfunctie met kdv	11%	6%	8%	10%	16%	10%	17%	12%	7%	2%	0,0%
Celfunctie	6%	0%	2%	1%	11%	5%	34%	33%	10%	0%	0,0%
Gezondheidszorgfunctie met bed	9%	3%	4%	26%	18%	4%	8%	19%	6%	3%	0,0%
Gezondheidszorgfunctie zonder bed	7%	3%	9%	13%	12%	8%	18%	17%	10%	4%	0,0%
Kantoorfunctie	10%	3%	3%	6%	8%	11%	14%	25%	16%	4%	0,2%
Logiesfunctie	14%	7%	9%	12%	14%	12%	14%	12%	5%	1%	0,0%
Onderwijsfunctie	17%	5%	7%	15%	12%	7%	8%	14%	11%	3%	0,0%
Sportfunctie	7%	3%	5%	7%	14%	12%	10%	29%	12%	1%	0,1%
Winkelfunctie	3%	2%	3%	4%	6%	6%	11%	23%	28%	12%	1,0%

Energiebesparing bij strategie slechtste labels eerst

De renovatieverplichting vereist een renovatie naar de BENG2-eis voor nieuwbouw. We rekenen in dit rapport met de nieuwbouweis en niet met de voorgestelde eindnorm voor bestaande utiliteitsgebouwen. De BENG2-eis geeft een primair energieverbruik voor verwarming, koeling, warmtapwater, ventilatie, verlichting en bevochtiging. Als er PV-panelen aanwezig zijn, wordt de opgewekte energie afgetrokken van het primair energieverbruik. Tabel 5 geeft aan wat die BENG2-eis is per gebruiksfunctie en in welke labelklasse het energieverbruik valt.

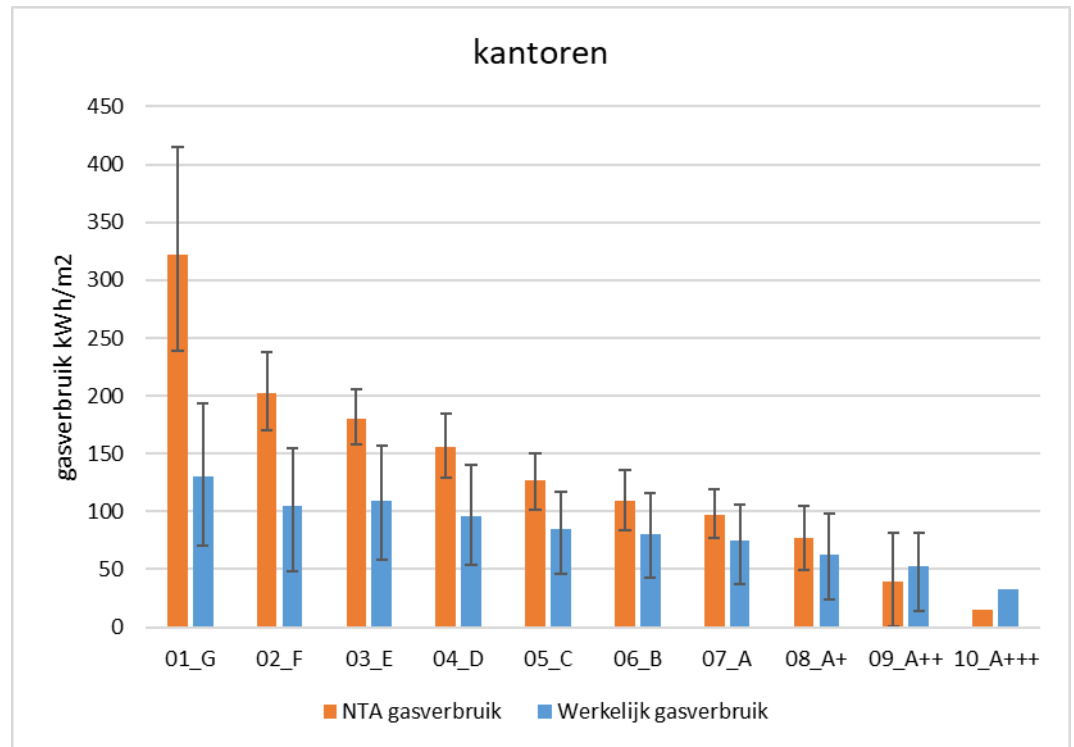
Tabel 5 BENG2-eis per gebruiksfunctie en bijbehorende labelklasse

	BENG2-eis voor nieuwbouw [kWh/m ²]	Labelklasse
Bijeenkomstfunctie zonder kdv	60	A+++
Bijeenkomstfunctie met kdv	70	A+++
Celfunctie	120	A+++
Gezondheidszorgfunctie met bed	50	A+++
Gezondheidszorgfunctie zonder bed	130	A+++
Kantoorfunctie	40	A++++
Logiesfunctie	130	A++
Onderwijsfunctie	70	A+++
Sportfunctie	90	A++
Winkelfunctie	60	A++++

We berekenen de energiebesparing van de renovatieverplichting door voor iedere gebruiksfunctie het gemiddeld energieverbruik van de slechtste labels te vergelijken met het gemiddeld energieverbruik van de labelklasse die hoort bij de BENG2-eis.

We maken daarbij onderscheid tussen het aardgasverbruik, het gebouwgebonden elektriciteitsverbruik en de opwekking van zonnestroom. Dit zijn de berekende getallen uit de labelmethodiek. Deze data komen van W/E adviseurs W/E, 2020). Het aardgasverbruik is gecorrigeerd voor het verschil met het werkelijk gasverbruik op basis van data uit de Benchmarkstudie (Sipma, 2021) zoals ook gebruikt in een studie voor het dienstenconvenant (Menkveld, 2022). In de benchmarkstudie zijn gebouwen met een energielabel gekoppeld aan de klantenbestanden energie van CBS. Het is belangrijk te kijken naar het werkelijk aardgasverbruik want de afwijking met het theoretisch gasverbruik per labelklasse is erg groot, zoals te zien is voor kantoren in Figuur 1.

We rekenen voor kantoren met een aardgasbesparing van 87 kWh per vierkante meter, namelijk een daling van 117 kWh/m² gemiddeld gasverbruik van gebouwen met de slechtste (G t/m D) labels naar 29 kWh/m² gemiddeld gasverbruik van A+++ labels.



Figuur 1 Vergelijking werkelijk gasverbruik en berekend gasverbruik volgens de labelmethodiek NTA 8800 per labelklasse voor kantoren.

Bij de vergelijking tussen het totale werkelijk elektriciteitsverbruik en het theoretische gebouwgebonden elektriciteitsverbruik valt op dat voor slechte labels het werkelijk elektriciteitsverbruik lager ligt dan het theoretische gebouwgebonden elektriciteitsverbruik en voor goede labels hoger (zie Tabel 6). In dit rapport gebruiken we de cijfers uit de NTA berekening voor gebouwgebonden elektriciteitsbesparing en opwekking van zonnestroom.

We rekenen voor kantoren met een elektriciteitsbesparing van 6 kWh/m², namelijk van 56 kWh/m² gebouwgebonden elektriciteitsverbruik gemiddeld van de labels G t/m D naar 50 kWh/m² gemiddeld bij label A++++. In het werkelijk elektriciteitsverbruik zien we een stijging naarmate er sprake is van een beter label. De hypothese is dat dit komt doordat kantoren met een beter energielabel ook moderner zijn ingericht met meer ICT. Deze hypothese hebben we nooit kunnen toetsen omdat daarvoor energieverbruiksgegevens per energiefunctie nodig zijn. We gaan in dit rapport daarom uit van de theoretische elektriciteitsbesparing en extra opwekking van zonnestroom.

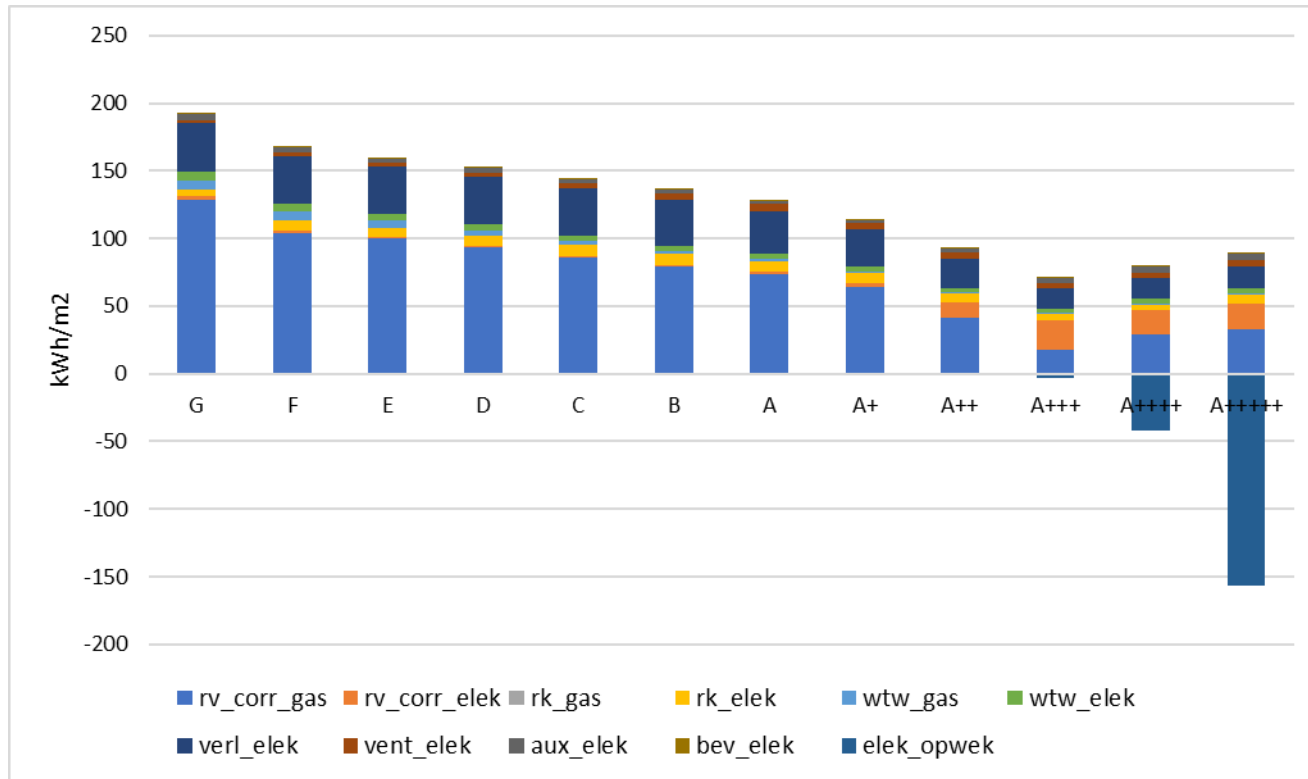
Tabel 6 Vergelijking theoretische en werkelijk elektriciteitsverbruik naar labelklasse gebouwen met kantoorfunctie

NTA Label	Gebouwegebonden elektriciteitsverbruik volgens NTA [kWh/m ²]	Hernieuwbare elektriciteitsopwekking volgens NTA [kWh/m ²]	Werkelijk elektriciteitsverbruik [kWh/m ²]
G	57	0,0	47
F	56	-0,1	50
E	55	-0,1	50
D	55	-0,1	51
C	56	-0,2	53
B	55	-0,2	55
A	52	-0,2	58
A+	48	-0,4	
A++	50	-0,9	62
A+++	53	-3,6	62
A++++	50	-42	65
A+++++	55	-157	65
totaal	53	-0,5	55

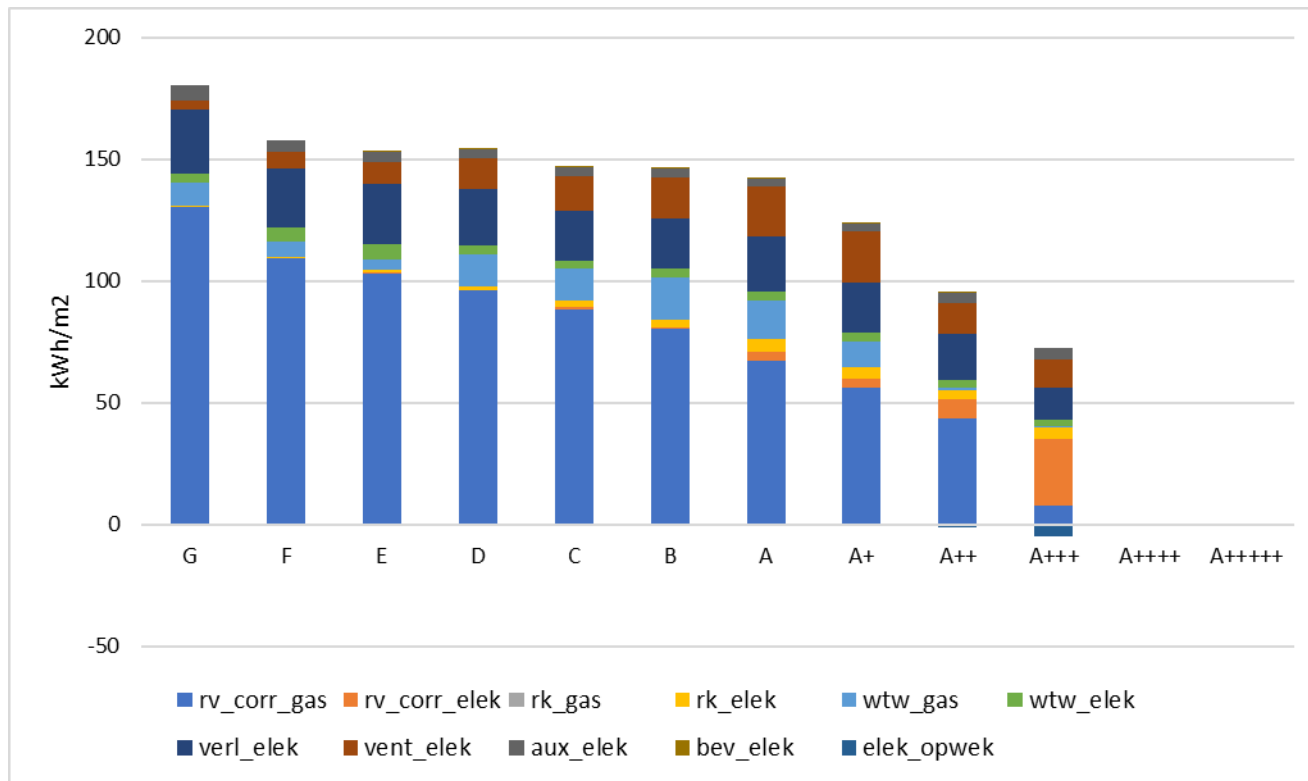
Het verschil in energieverbruik tussen verschillende energielabelklassen voor kantoren is te zien in Figuur 2 en voor onderwijs in Figuur 3, opgedeeld naar energiefunctie en energiedrager op basis van data van W/E adviseurs. Daarbij hebben we het gasverbruik en het elektriciteitsverbruik voor ruimteverwarming gecorrigeerd voor de verhouding tussen werkelijk en theoretisch gasverbruik op basis van de Benchmark studie van Sipma.

In Figuur 2 en 3 is te zien dat het gasverbruik daalt naar mate het label beter is. Het gasverbruik daalt door betere isolatie maar ook door toepassing van elektrische warmtepompen. Uit de data van W/E adviseurs blijkt dat van de kantoorgebouwen met de slechtste labels slechts 1% een warmtepomp heeft, bij A++++ is dat 72%, waarvan 66% een all-electric warmtepomp. Van de onderwijsgebouwen met de slechtste labels heeft 1% een warmtepomp, bij A+++ is dat 79%, waarvan 63% een all-electric warmtepomp².

² Let op dat hierbij een rol speelt dat er A pluslabels in het databestand ontbreken.. Bovendien missen we de labels van 2021. Als wél alles zou worden meegenomen, zal het beeld (waarschijnlijk) verschuiven; we zullen mogelijk meer all-electric zien en mogelijk minder zonnepanelen. Dus andere keuzes om een A_plus label te bereiken.



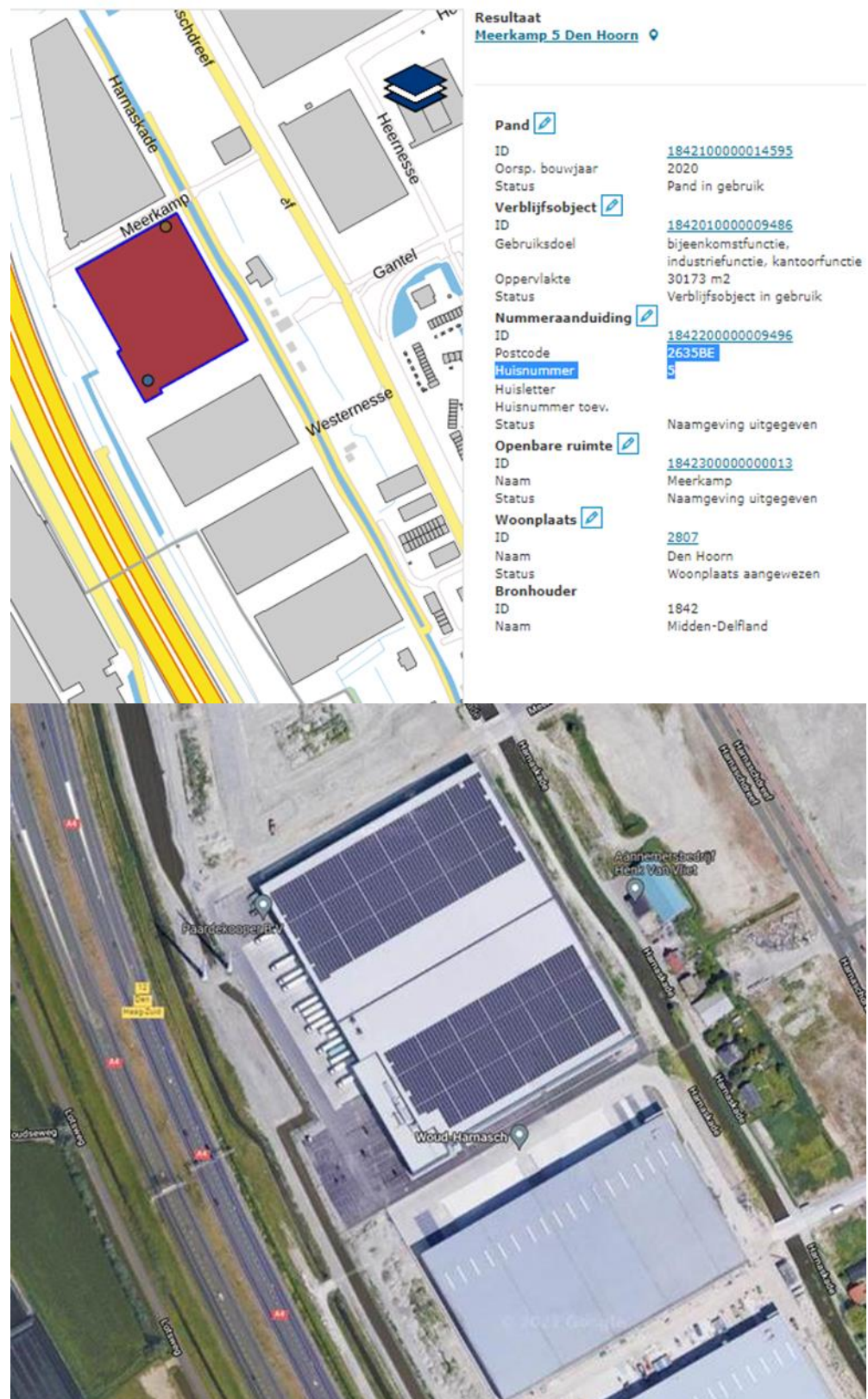
Figuur 2 Energieverbruik per functie per labelklasse gebouwen met een kantoorfunctie (aux is het hulpverbruik van pompen)



Figuur 3 Energieverbruik per functie per labelklasse gebouwen met een onderwijsfunctie

Het elektriciteitsverbruik voor verlichting neemt af bij een beter label en de hernieuwbare elektriciteitsopwekking neemt toe. De besparing op gebouwgebonden elektriciteitsverbruik door renovatie van slechtste labels naar BENG is negatief bij onderwijsgebouwen, de besparing op verlichting en warm tapwater is kleiner dan het extra elektriciteitsverbruik voor ventilatie, koeling en elektrische warmtepompen. De besparing op gebouwgebonden elektriciteitsverbruik is positief bij kantoorgebouwen, de besparing op verlichting, warm tapwater en koeling is groter dan het extra elektriciteitsverbruik voor ventilatie en elektrische warmtepompen. Dit verschil komt doordat kantoorgebouwen met de slechtste labels al vaker over koeling en mechanische ventilatie beschikken dan onderwijsgebouwen met de slechtste labels.

De extra elektriciteitsopwekking met zonnepanelen is in gebouwen met een kantoorfunctie en A++++ en A+++++ label opvallend hoog. In de praktijk kun je vanwege beschaduwing, obstakels en loopruimte tussen panelen circa 75% van het dakoppervlak bedekken met zonnepanelen die 200 Wp/m² zijn die 900 vollasturen elektriciteit leveren. Daarmee kun je dan maximaal 135 kWh/m² dakoppervlak opwekken. Het hangt van het aantal verdiepingen af hoeveel dit is per vierkante meter gebruiksoppervlakte. We hebben een paar A+++++ label gebouwen bekeken in de BAG viewer (zie voorbeeld in Figuur 4). Daaruit blijkt dat dit kantoren zijn die onderdeel zijn van een industrieel complex waarbij het totale pand 10 keer zo groot is als het gedeelte met een kantoorfunctie en de zonnepanelen liggen dan ook op het dak van de bijbehoren bedrijfshal. De getallen hoeven dus niet representatief te zijn voor alle kantoren.



Figuur 4 Voorbeeld kantoorgebouw met een gebruiksoppervlakte van 2.907 m², in een industrieel complex van 30.0173 m².

Tabel 7 geeft het werkelijk gasverbruik, gebouwgebonden elektriciteitsverbruik volgens NTA en de hernieuwbare opwekking volgens NTA voor de slechtste labels en voor de labelklasse die hoort bij de BENG 2 -eis. In Tabel 8 wordt de besparing berekend per vierkante meter en in Tabel 9 voor het totale te renoveren oppervlak in de periode 2024-2030.

Voor gebouwen met een industriefunctie van publieke instellingen hebben we geen energieverbruiken per labelklasse, want zij zijn niet opgenomen in de labelmethodiek. We nemen de besparing van het gasverbruik tussen een oude bouwjaarklasse (1978-1995) en een nieuwe bouwjaarklasse (na 2015) uit het dashboard logistiek van CBS (CBS, 2021). Voor het elektriciteitsverbruik heeft CBS geen onderscheid naar bouwjaarklassen gemaakt, we veronderstellen dat er wel nog kan worden bespaard op het elektriciteitsverbruik voor verlichting en dat er extra elektriciteitsverbruik is bij renovatie naar BENG door de toepassing van elektrische warmtepompen. Voor de opwekking van hernieuwbare elektriciteit nemen we het gemiddelde van de andere gebruiksfuncties.

Tabel 7 Gasverbruik en elektriciteitsverbruik per vierkante meter

Gebruiksfunctie	gasverbruik slechtste labels [kWh/m ²]	gebouwgebonden electriciteitsverbruik slechtste labels [kWh/m ²]	opwekking hernieuwbare electriciteit slechtste labels [kWh/m ²]	gasverbruik BENG2 [kWh/m ²]	gebouwgebonden electriciteitsverbruik BENG2 [kWh/m ²]	opwekking hernieuwbare electriciteit BENG2 [kWh/m ²]
Bijeenkomstfunctie zonder kdv	325	51	0,05	115	97	2
Bijeenkomstfunctie met kdv	217	46	0,3	49	87	0
Celfunctie	278	108	0	100	63	0
Gezondheidszorgfunctie met bed	283	94	0,6	118	79	0,2
Gezondheidszorgfunctie zonder bed	166	53	0,1	58	62	2
Industriefunctie	34	36	0	9	37	5
Kantoorfunctie	117	56	0,06	29	50	42
Logiesfunctie	239	54	0,001	134	36	1
Onderwijsfunctie	134	41	0,2	8	65	5
Sportfunctie	161	48	0,1	61	32	1
Winkelfunctie	110	103	0,01	20	35	2

Tabel 8 Besparing door renovatieverplichting gebouwen van publieke instellingen per vierkante meter

Gebruiksfunctie	Gasbesparing [kWh/m ²]	Besparing gebouwgebonden elektriciteitsverbruik [kWh/m ²]	Extra opwekking hernieuwbare elektriciteit [kWh/m ²]
Bijeenkomstfunctie zonder kdv	209	-46	1,8
Bijeenkomstfunctie met kdv	168	-41	-0,3
Celfunctie	178	45	0
Gezondheidszorgfunctie met bed	165	15	0
Gezondheidszorgfunctie zonder bed	108	-9	1,5
Industriefunctie	25	-1	5
Kantoorfunctie	87	6	41,7
Logiesfunctie	105	18	1,4
Onderwijsfunctie	126	-23	4,8
Sportfunctie	100	16	1,3
Winkelfunctie	89	68	2,1

Tabel 9 Totale besparing door renovatieverplichting gebouwen van publieke instellingen door renovatie in de periode 2024-2030

Gebruiksfunctie	Te renoveren oppervlak in de periode 2024-2030 [miljoenen m ²]	Gasbesparing [PJ]	Besparing gebouw gebonden elektriciteitsverbruik [PJ]	Extra opwekking hernieuwbare elektriciteit [PJ]
Bijeenkomstfunctie zonder kdv	1,3	0,9	-0,2	0,01
Bijeenkomstfunctie met kdv	0,1	0,1	-0,02	-0,0001
Celfunctie	0,2	0,1	0,03	0
Gezondheidszorgfunctie met bed	1,1	0,7	0,06	0
Gezondheidszorgfunctie zonder bed	3,4	1,3	-0,1	0,02
Industriefunctie	2,3	0,2	0,00	0,04
Kantoorfunctie	3,3	1,0	0,07	0,5
Logiesfunctie	0,0	0,01	0,001	0,0001
Onderwijsfunctie	7,1	3,2	-0,6	0,1
Sportfunctie	1,9	0,7	0,1	0,01
Winkelfunctie	0,1	0,04	0,03	0,001
Totaal	21,4	8,3	-0,6	0,7

Resultaat circa 8 PJ gasbesparing

De renovatieverplichting voor publieke gebouwen levert naar verwachting een totale gasbesparing van circa 8,3 PJ, dat is met een emissiefactor van 0,0564 Mton/PJ (RVO, 2020) een CO₂-emissiereductie van 0,5 megaton. De renovatieverplichting zorgt voor toepassing van elektrische warmtepompen en daardoor voor een extra elektriciteitsverbruik van 0,6 PJ. Dat extra elektriciteitsverbruik wordt naar verwachting gecompenseerd met extra opwekking van zonnestroom.

Die 8 PJ lijkt misschien weinig, maar men moet bedenken dat het te renoveren oppervlak gebouwen van publieke instellingen slechts 5% van de totale voorraad in de dienstensector bedraagt. Het gasverbruik in 2020 in de dienstensector was 119 PJ (klimaatgecorrigeerd PBL, 2021), 5% daarvan is slechts 6PJ. De besparing is hier iets hoger, omdat de slechtste labels worden gerenoveerd die meer energie verbruiken dan gemiddeld.

We hebben nu ook een besparing berekend bij gebouwen met een industriefunctie op basis van heel grove aannames. Zij hebben nog geen energielabel en nieuwbouw hoeft nog niet te voldoen aan BENG-eisen. Er zijn beleidsvoornemens om dat te veranderen. Mocht dat niet lukken en mochten gebouwen met een industriefunctie niet meedoen in de renovatieverplichting dan is de gasbesparing volgens onze grove schatting 0,2 petajoule lager.

3.1.2 *Renovatie anders verdelen over gebruiksfuncties*

In de berekening zijn we nu uitgaan van 3% renovatie per jaar van de gebruiksoppervlakte per gebruiksfunctie. De verplichting in de EED betreft echter 3% van de totale voorraad in eigendom van publieke instellingen ongeacht de gebruiksfunctie. De verdeling over gebruiksfuncties is vrij. Echter 21% van de voorraad renoveren is een substantiële hoeveelheid van de voorraad en daarom is het niet logisch gebruiksfuncties buiten beschouwing te laten.

Door een ander verdeling over gebruiksfuncties te realiseren zou meer besparing mogelijk zijn dan hier berekend. In Tabel 8 is te zien dat in gebouwen met een bijeenkomst, zorg, cel of onderwijsfunctie per vierkante meter meer gasbesparing per vierkante meter is te realiseren bij renovatie van een slecht label naar BENG2 dan in gebouwen met een industrie, kantoor, sport, logies of winkelfunctie. Omdat de investeringen voor renovatie naar BENG2 per vierkante meter in orde grootte vergelijkbaar zijn voor de verschillende gebruiksfuncties, levert een hogere gasbesparing per vierkante meter ook een hogere kosteneffectiviteit. Het is echter afhankelijk van het beleid dat wordt gekozen om de renovatieverplichting in te vullen, hoe de verdeling naar gebruiksfuncties zal zijn.

3.1.3 *Additionele besparing ten opzichte van autonome ontwikkeling*

Ook zonder de renovatieverplichting zou er besparing hebben plaatsgevonden door bestaand beleid, onder andere door de energiebesparingsplicht uit de Wet Milieubeheer en de kantoren label C verplichting.

In de Klimaat en energieverkenning 2021 is berekend dat de energiebesparingsplicht en de kantoren label C verplichting samen 18 PJ aardgasbesparing opleveren tot en met 2030. Er zit veel overlap tussen de besparing veroorzaakt door de bestaande energiebesparingsplicht en de kantoren label C verplichting. Het is niet goed mogelijk deze apart te onderscheiden. Het te

renoveren oppervlak van gebouwen van publieke instellingen volgens de beoogde aanpassing van de EED bedraagt circa 5% van de voorraad in de dienstensector. De besparing door bestaand beleid binnen deze gebouwen bedraagt 0,9 PJ gasbesparing en 0,05 megaton CO₂-reductie. De additionele aardgasbesparing door de beoogde aanpassing in de EED bedraagt 7,2 PJ en 0,45 megaton CO₂-emissiereductie.

Besparing bij renovatie naar 'emissievrij'

In een voorstel van de Europese Commissie voor herziening van de EPBD van 15 december 2021 wordt voorgesteld dat vanaf 2027 nieuwe publieke gebouwen "emissievrij" moeten zijn, voor andere gebouwen geldt dat vanaf 2030. Emissievrij betekent geen directe emissies ter plaatse. Ook is de eis dat alle gebouwgebonden elektriciteitsverbruik wordt gecompenseerd met hernieuwbare opwekking.

Bij de renovatie naar de BENG2-eis van gebouwen van publieke instellingen verwachten we dat er ook na renovatie in sommige gevallen een gasverbruik overblijft. Uit de data van W/E blijkt dat er in de labeldatabase 49 onderwijsgebouwen zijn met een A+++ label die voldoen aan de BENG2-eis. Daarvan hebben 32 gebouwen een all-electric warmtepomp, 15 gebouwen een hybride warmtepomp en 2 gebouwen een gasgestookte ketel. Bij renovatie naar emissievrij volgens de beoogde EED mag een gebouw geen aardgasverbruik meer hebben voor het gebouwgebonden energieverbruik, want er mogen ter plekke geen directe emissies zijn. Dat betekent dat de aardgasbesparing iets hoger is dan de aardgasbesparing berekend bij de BENG2-eis. De totale gasbesparing is dan 11,6 PJ, de gasbesparing is dan gelijk aan het gasverbruik van de slechte labels. De stijging van het elektriciteitsverbruik is dan 1,6 PJ door extra elektriciteitsverbruik voor warmtepompen. En er is veel meer zonnestroom nodig om alle gebouwgebonden elektriciteitsverbruik te compenseren, circa 5,5 PJ.

In Annex 3 van het EPBD voorstel worden ook eisen gesteld aan het totaal primair verbruik voor een emissievrij gebouw. Voor kantoren ligt die eis op 85 kWh, dat is het totaal primair verbruik voor gebouwgebonden energieverbruik plus het primair verbruik van hernieuwbare energie. In onze berekeningen voldoet een kantoorgebouw daar aan. We zien dat een kantoorgebouw met een A++++ label gemiddeld een gasverbruik heeft van 29 kWh/m² en een gebouwgebonden elektriciteitsverbruik van 50 kWh/m². Wanneer het gebouw geen gasverbruik meer mag hebben zal het gebouwgebonden elektriciteitsverbruik stijgen naar circa 60 kWh/m² (uitgaande van een SPF van 3). Om dat verbruik te compenseren zal 60 kWh/m² zonnestroom nodig zijn. Het EPBD voorstel heeft het over een "non-renewable primary energiefactor". Voor elektriciteit bedraagt deze factor 0,26 op onderwaarde en circa 0,29 op bovenwaarde op basis van de primaire energiefactor van elektriciteit in 2030 uit de KEV2021. Daarnaast spreekt het EPBD voorstel over een "renewable primary energy factor" dat is de geleverde hernieuwbare energie op site inclusief overheads voor de levering bij de gebruiker gedeeld door de geleverde hernieuwbare energie. Voor zonnestroom op eigen dak is de renewable primary energy factor circa 1. Het totale primaire verbruik van een emissievrij kantoorgebouw is dan circa 77 kWh/m² (0,29*60+1*60). Voor andere gebouwtypen geldt dat de emissievrije eis lager moet zijn dan de BENG2-eis. De eis is vanzelf strenger als we het criterium hanteren dat een gebouw aardgasvrij moet zijn en zijn eigen gebouwgebonden elektriciteitsverbruik moet opwekken.

De vraag is of eigen opwekking van alle gebouwgebonden elektriciteitsverbruik altijd mogelijk is. Bij een gebouw zonder verdiepingen waar het dakoppervlak gelijk is aan de gebruiksoppervlakte zal dat geen probleem zijn, maar voor een kantoorgebouw met veel verdiepingen is dat wel een issue. Daarnaast zijn er momenteel gebieden waar het elektriciteitsnetwerk de door PV-systemen geleverde stroom niet meer kunnen accommoderen. Levering aan het openbare elektriciteitsnetwerk is noodzakelijk om het fase verschil tussen de elektriciteitsvraag en levering door de zonnestroomsystemen op te vangen. Om dit op termijn mogelijk te maken zijn investeringen in de openbare elektrische infrastructuur noodzakelijk of moeten gebouwen worden voorzien van een eigen elektriciteitsopslagsysteem.

In Tabel 10 vatten we de besparing en CO₂-emissiereductie van de renovatieverplichting nog eens samen bij renovatie van de slechtste labels.

Tabel 10 Besparing en CO₂-emissiereductie renovatieverplichting slechtste labels

	Renovatie naar BENG	Renovatie naar emissievrij	Overlap met bestaand beleid
Gasbesparing (PJ)	8,3	11,6	0,9
Gasbesparing (miljoenen m ³)	261	366	28
Directe CO ₂ -emissiereductie gasbesparing	0,5	0,7	0,05
Extra elektriciteitsverbruik (PJ)	0,6	1,6	0
Extra elektriciteitsverbruik (miljoenen kWh)	175	454	0
Extra zonnestroom (PJ)	0,7	5,5	0
Extra zonnestroom (miljoenen kWh)	194	1523	0

3.1.4

Andere strategieën in aanpak renovatie gebouwen publieke instellingen

Wanneer gekozen wordt om niet de slechtste labels te renoveren, maar een gemiddeld gebouw dan zou de gasbesparing lager zijn. Bij het renoveren van label C is de totale aardgasbesparing circa 6,3 PJ. Nadeel van deze strategie is dat naar verwachting de investeringskosten vergelijkbaar zullen zijn met de investeringskosten voor renovatie van de slechtste labels, omdat vergelijkbare maatregelen moeten worden getroffen, maar de besparing op energiekosten is lager. Dat maakt deze strategie minder rendabel en moeilijker financieerbaar dan renovatie van de slechtste labels.

Een andere strategie zou kunnen zijn om de grootste gebouwen te renoveren. Grotere gebouwen hebben een iets beter label. In Tabel 11 hebben we de weging van de labeldatabase uitgevoerd per grootteklassen van gebouwen. De besparing zou dan minder zijn dan de berekende besparing vanuit de slechtste labels. Deze strategie heeft daarmee hetzelfde nadeel als een gemiddeld gebouw renoveren, het is minder rendabel en moeilijker financieerbaar dan renovatie van de slechtste labels.

Nog een andere strategie is aansluiting bij de aardgasvrije wijkenaanpak. De gasbesparing zou dan groter zijn en aansluiten bij wat hierboven voor renovatie naar emissievrij is berekend. De vraag is of de aardgasvrije wijkenaanpak succesvol genoeg is om voldoende renovaties van gebouwen van publieke instellingen op te leveren.

Tabel 11 Gemiddeld label naar grootteklasse gebouwen (bewerking TNO op inijkingstabel W/E)

Gemiddeld energielabel naar grootte klasse gebouwen							
Gebruiksfunctie	Totaal	0-250 m ²	251-2000 m ²	2001-5000 m ²	5001-10.000 m ²	10.001-20.000 m ²	>20.000 m ²
Bijeenkomstfunctie zonder kdv	D	D	C	A	A+	A++	A++
Bijeenkomstfunctie met kdv	D	D	C	A	A+	A++	-
Celfunctie	A	-	A	A	C	B	A+
Gezondheidszorgfunctie met bed	C	C	C	B	B	C	C
Gezondheidszorgfunctie zonder bed	C	D	A	B	C	B	C
Kantoorfunctie	C	D	C	A	A+	A++	A++
Logiesfunctie	C	C	D	D	C	B	C
Onderwijsfunctie	D	F	E	B	B	A	A
Sportfunctie	C	D	C	A	B	B	A
Winkelfunctie	B	B	A+	A++	A++	A++	A++

3.2 Investeringskosten renovatieverplichting

Om een inschatting te maken van de investeringskosten voor de renovatieverplichting uit het EED voorstel, maken we gebruik van de meerinvesteringen die DGMR heeft berekend voor renovatie naar de eindnorm per gebruiksfunctie (DGMR, 2022). We kiezen daarbij voor de meerinvesteringen van een middelgroot gebouw met een energetisch slechte of matige Ausgangssituation qua energieprestatie. De eindnorm ligt dicht bij de BENG2-eis voor nieuwbouw en geeft daarmee een eerste indruk van de totale meerinvesteringen. DGMR schat de meerinvesteringen op bedragen in de orde grootte van 100 tot 300 euro/m² gebruiksoppervlakte. Dit zijn de meerinvesteringen op een natuurlijk moment, dat wil zeggen de additionele investeringen boven op de reguliere kosten voor vervanging en onderhoud van een ketel, kozijnen, glas en dakbedekking.

In Tabel 12 hebben we de meerinvesteringen berekend per gebruiksfunctie en vermenigvuldigd met het te renoveren gebruiksoppervlak in de periode 2024-2030. De totale meerinvesteringen van de renovatieverplichting uit het EED voorstel voor publieke gebouwen bedragen 3 tot 6 miljard euro.

De totale investeringskosten (inclusief de kosten voor reguliere vervanging en onderhoud) kunnen zeker een factor 2 hoger zijn en dan gaat het dus om 6 tot 12 miljard euro. Uit de Arcadis kostenkengetallen die ook door DGMR zijn gebruikt, blijkt namelijk dat het verschil tussen de totale investeringen op een zelfstandig moment en de meerinvestering op een natuurlijk moment een factor 1 tot 1,2 is voor vloer- en gevelisolatie een factor 3 tot 4 voor dakisolatie en HR++glas en een factor 1,05 voor een elektrische warmtepomp³.

In sommige gevallen zal sloop en nieuwbouw wenselijker zijn dan renovatie omdat nieuwbouw beter aansluit bij de huidige functionele eisen. Door het hoge ambitieniveau kan na-isolatie ook te ingrijpend zijn, afhankelijk van de constructie van het gebouw. Het EED voorstel geeft aan dat in uitzonderlijke gevallen de lidstaten vervangende nieuwbouw mogen meetellen voor het jaarlijkse renovatiepercentage. Dergelijke uitzonderingen zijn alleen van toepassing wanneer ze kosten effectiever en duurzamer zouden zijn in termen van de bereikte CO₂-reductie gedurende de levenscyclus in vergelijking met renovatie. De algemene criteria, methoden en procedures om dergelijke uitzonderlijke gevallen te identificeren, worden door elke lidstaat duidelijk uiteengezet en bekendgemaakt.

De routekaarten voor ziekenhuizen en langdurige zorg vermelden hogere totale investeringskosten voor renovatie: 700 à 800 euro/m² bvo voor na-isolatie, installatie van een warmtepomp en zonnepanelen met prijspeil 2016. Als we rekening houden met omrekening naar gebruiksoppervlakte (0,9 m² gbo per m² bvo) en stijging van de bouwkosten met 23% (bron Bouwkostenkompas) komen we uit op totale investeringskosten rond de 1000 euro per vierkante meter gebruiksoppervlakte en prijspeil 2022. In de routekaarten voor ziekenhuizen en langdurige zorg wordt met investeringskosten voor vervangende nieuwbouw gerekend van 3420 respectievelijk 2494 euro/m² bvo met prijspeil 2016, dat is circa 4600 respectievelijk 3400 euro/m² gbo met prijspeil 2022.

³ Het prijsverschil met een natuurlijk moment wanneer de kosten van vervanging van een ketel wordt afgetrokken is slechts klein

Ook in de sectorale routekaart onderwijshuisvesting van de PO en VO raad en de VNG worden hogere investeringskosten geraamd: 21 miljard extra voor renovatie en vervangende nieuwbouw van ruim 21 miljoen m² bvo. Ook dat is circa 1000 euro/m² gbo voor verduurzaming.

Tabel 12 Meerinvesteringen renovatie slechtste labels naar BENG (bron DGMR)

Gebruiksfunctie	te renoveren in de periode 2024-2030 [miljoenen m ²]	Meerinvesteringen [euro/m ²]		Totale meerinvesteringen in periode 2024-2030 [miljoenen euro's]	
		Onderwaarde	Bovenwaarde	Onderwaarde	Bovenwaarde
Bijeenkomstfunctie zonder kdv	1,3	260	380	344	503
Bijeenkomstfunctie met kdv	0,1	140	275	15	29
Celfunctie	0,2	120	220	21	39
Gezondheidszorgfunctie met bed	1,1	240	320	271	361
Gezondheidszorgfunctie zonder bed	3,5	170	265	598	933
Industriefunctie	2,3	100	300	226	679
Kantoorfunctie	3,3	110	200	363	660
Logiesfunctie	0,02	120	180	3	4
Onderwijsfunctie	7,3	125	240	909	1746
Sportfunctie	2,2	225	310	487	671
Winkelfunctie	0,1	220	290	26	34
Totaal	21,4			3.265	5.661

3.3 Besparing op energiekosten

Tegenover de investeringskosten voor renovatie van gebouwen naar BENG2 niveau staan ook besparingen op de energierekening.

Vanaf 1 januari 2022 is de gasprijs tot een verbruik van 170.000 m³ circa 1,51 euro/m³ aardgas exclusief btw en boven de 170.000 m³ circa 1 euro/m³ (Menkveld et al, 2022). Een miljoen m³ aardgas is gelijk aan 0,03165 PJ. Dat betekent dat de gasprijs 32 tot 48 miljoen euro per PJ bedraagt. De additionele gasbesparing van 7,2 PJ aardgas levert jaarlijks dus een kostenbesparing van 234 tot 353 miljoen euro.

Het extra elektriciteitsverbruik, wordt opgewekt met zonnepanelen. Zolang de salderingsregeling van toepassing is, zal voor kleinverbruikers de opbrengst van zonnestroom de kosten van extra elektriciteitsverbruik compenseren. Wanneer de salderingsregeling volgens de huidige beleidsplannen wordt afgebouwd is dat niet meer het geval. Vanaf 1 januari 2022 is de elektriciteitsprijs bij een verbruik tussen de 50.000 en 10 miljoen kWh ongeveer 0,28 euro/kWh exclusief btw (Menkveld et al, 2022). Een miljoen kWh is gelijk aan 0,0036 PJ. Dat betekent dat de elektriciteitsprijs 79 miljoen euro per PJ bedraagt. Het extra elektriciteitsverbruik kost dan 47 miljoen euro/jaar. De extra zonnestroom levert met salderen 54 miljoen euro/jaar op. Wanneer de salderingsregeling wordt afgebouwd en de gebruiker alleen een terugleververgoeding van de energieleverancier ontvangt. De terugleververgoeding is 80% van de leveringsprijs, dat is 0,17 euro/kWh. Dat betekent dat de terugleververgoeding circa 48 miljoen euro per PJ bedraagt. De extra zonnestroom levert dan 33 miljoen euro/jaar op.

Tegenover de totale meerinvesteringen van 3 tot 6 miljard staan dus besparingen op energiekosten van 200 à 300 miljoen euro/jaar. Dit betekent dat de totale meerinvesteringen zich in een periode van 10 tot 20 jaar zouden kunnen terugverdienen, als we rekenen met de schattingen van DGMR voor de eindnorm. In de praktijk zullen sommige maatregelen in gebouwen zich sneller terugverdienen en andere langzamer. Op basis van de routekaarten zijn de totale investeringen veel hoger en zal de terugverdientijd ook langer zijn.

3.4 Kosten monitoring renovatieverplichting

In het voorstel van de Europese Commissie voor de renovatieverplichting wordt ook gesproken over monitoring via een database met gebouwen van publieke instellingen. BZK heeft RVO gevraagd om inzicht te geven in de eenmalige kosten en in de jaarlijkse kosten van de opzet en uitvoering van zo'n database.

De beste optie is gebruik te maken van bestaande databases, zoals het BAG en de energielabeldatabase, eventueel aangevuld met andere databases zoals de WOZ-registratie. De BAG database is eigendom van het Kadaster. De BAG database zal uitgebreid moeten worden met een aantal velden, zoals een veld "publieke instelling" Ja/Nee.

Door doorsnedes te maken met informatie uit de verschillende databases kan de voortgang worden bepaald. Belangrijke randvoorwaarde is dat de Energielabeldatabase compleet gevuld gaat worden en dat de wijzigingen in Energielabel ook afgemeld worden in de database. De doelgroep “Publieke Instellingen” is een doelgroep met een lage gebouwtransactie of verbeter frequentie, waardoor het aantal publieke gebouwen in de energielabeldatabase erg laag is. Door deze lage registratiegraad is de database ook niet representatief genoeg om als steekproef te kunnen gebruiken voor berekeningen aan de gehele populatie.

Het aanpassen van de BAG-database brengt kosten met zich mee, daarnaast dienen de nieuwe velden gevuld te worden. De kosten voor het vullen van de nieuwe velden schatten we in tussen de 110.000 -150.000 euro. Het bouwen van een nieuwe database voor het registreren van gebouwen die in eigendom zijn van publieke instellingen schat RVO in op <300.000 euro. Dit is inclusief het vullen van de database. Ter vergelijking: het bouwen van de database en tool voor de Informatieplicht kostte circa €400.000.

Over jaarlijkse onderhoudskosten (updatekosten) kan RVO niets zeggen, want er is geen vergelijkingsmateriaal en het onderhoud ligt dan bij het Kadaster. Een schatting is 25.000-50.000 euro, waarbij de eerste jaren een hoger bedrag nodig zal zijn om fouten te corrigeren, daarnaast circa 250 uur bij RVO om rapportages te draaien.

De voorstellen uit de EPBD IV voor het Nationale Renovatie Plan geven aan dat er gebruik moet worden gemaakt van informatie uit databases. Hier ligt wel een kans om de bestaande databases aan te passen zodat ze zowel voor de EED verplichtingen als voor de EPBD IV verplichtingen gebruikt kunnen worden.

4 Beleidsaanbevelingen

In dit hoofdstuk bespreken we eerst de overlap tussen de renovatieverplichting en andere voorstellen uit het Fit for 55 voorstel (Paragraaf 4.1) en beantwoorden we vervolgens de vraag in hoeverre de verplichting wordt gerealiseerd met bestaand beleid of dat nieuw additioneel beleid nodig is (Paragraaf 4.2)

4.1 Overlap renovatieverplichting met andere Fit for 55 voorstellen

Op 17 september 2020 presenteerde de Europese Commissie het Europese Klimaatplan 2030. Daarin stelt ze voor om het doel voor reductie van broeikasgasemissies te verhogen van 40 naar ten minste 55 procent ten opzichte van 1990. Concrete voorstellen volgden onder de noemer Fit for 55 op 14 juli 2021 (EC, 2021). Het pakket bevat een samenhangende set met voorstellen over aanpassingen in het Europese emissiehandelssysteem en de Effort Sharing Regulation en herziening van richtlijnen voor energiebelasting (ETD), hernieuwbare energie (RED), energiebesparing (EED), landgebruik (LULUCF), alternatieve brandstoffen in zeescheepvaart en luchtvaart en CO₂-standaarden voor nieuwe personen- en bestelauto's. Op 15 december 2021 volgde een voorstel voor herziening van de EPBD richtlijn.

Effort Sharing Regulation

Lidstaten van de Europese Unie kennen een verplichte reductie van broeikasgasemissies in sectoren die buiten de Europese emissiehandel vallen, de zogenoemde ESR sectoren: gebouwde omgeving, mobiliteit en landbouw. De emissiereductie in de ESR sectoren wordt voor Nederland aangescherpt van 36 naar 48% in 2030 ten opzichte van 2005. Dat betekent dat de emissies in de ESR sectoren in het zichtjaar 2030 met zo'n 15 megaton meer moet zijn afgenomen dan volgens de huidige doelstelling (KEV 2021 PBL, 2021). De renovatieverplichting van gebouwen in gebruik door publieke instellingen kan een bijdrage leveren aan die extra emissiereductie.

Herziening van het Europese emissiehandelssysteem (ETS)

De emissiehandel wordt vanaf 2026 uitgebreid naar een separaat emissiehandelssysteem voor de gebouwde omgeving en het wegtransport. De hoeveelheid emissierechten voor deze sectoren wordt in 2026 bepaald op basis van emissies in 2024 en 2025 en moet vanaf dat jaar scherp dalen met meer dan 5% per jaar, zodat deze emissies aansluiten bij het ESR doel. Energieleveranciers zullen emissierechten moeten aankopen voor de emissies gerelateerd aan de door hen verkochte energiedragers en zullen de prijs daarvan naar verwachting doorberekenen in hun tarieven. De hoogte van deze prijs wordt op de markt bepaald en is onzeker. Bij een prijs van 50 euro per ton CO₂ in 2030, waar de Commissie mee rekent, zal de prijs van aardgas met circa 10 cent per kubieke meter stijgen (PBL Fit for 55, 2021).

Herziening richtlijn voor energiebelasting (ETD)

De herziening betreft minimumbelastingtarieven, een belasting op energie-inhoud in plaats van volume en gelijke tarieven voor dezelfde toepassing. Het laatste betekent dat degressieve belastingtarieven niet meer zijn toegestaan. Ook moeten lidstaten in het nieuwe voorstel bij de tariefstelling dezelfde rangschikking hanteren die de ETD voor de minimumtarieven hanteert: hoogste tarieven voor fossiele energiedragers, lagere tarieven voor schonere brandstoffen en de laagste tarieven voor elektriciteit en geavanceerde bio-energie en hernieuwbare energie van niet-biologische oorsprong. De huidige tarieven voor de energiebelasting op aardgas en elektriciteit zijn in Nederland in vergelijking met andere lidstaten al relatief hoog. De voorstellen met betrekking tot de rangorde en vrijstellingen hebben een mogelijk veel grotere impact op het Nederlandse stelsel van energiebelastingen. De energiebelasting voor kleinverbruikers moet omlaag of die voor grootverbruikers moet omhoog. Als de tarieven voor kleinverbruikers omlaag gaan dan worden investeringen in de gebouwde omgeving minder rendabel. (Fit for 55 PBL, 2021)

Herziening richtlijn voor hernieuwbare energie (RED)

Het Fit for 55-voorstel is om de huidige doelstelling voor 2030 te verhogen van 32 naar 40 procent van het (bruto-)eindverbruik van energie. Deze doelstelling is bindend op EU-niveau, maar wordt niet doorvertaald naar bindende bijdragen van lidstaten. Lidstaten moeten wel aangeven welke bijdrage ze aan het doel zullen leveren. Wanneer de optelsom van lidstaatsbijdragen tekortschiet, treedt een borgingsmechanisme in werking, waarmee de Commissie lidstaten kan aansporen hun bijdrage te verhogen. De Commissie noemt voor Nederland een aandeel hernieuwbare energie van 36 procent als bijdrage. De KEV 2021 raamde dit aandeel op 26 procent. Een verhoging van het aandeel tot de genoemde efficiënte bijdrage, zou dus een aanzienlijke extra inspanning vergen.

Verder bevat de herziene RED een indicatief doel van 49 procent gebruik van hernieuwbare energie in de gebouwde omgeving in 2030 op EU-niveau. Ook verplicht het voorstel een toename van het gebruik van hernieuwbare energie in verwarming en koeling in alle sectoren met jaarlijks 1,1 procentpunt. Daarmee zou het huidige indicatieve doel bindend worden op lidstaatniveau. Het bindende doel zou voor Nederland ruim een verdubbeling impliceren van het huidige aandeel hernieuwbare warmte/koude (8 procent in 2020), en ook ruim een verdubbeling van het huidige groeitempo. Een renovatieverplichting kan door de toepassing van warmtepompen een bijdrage leveren aan deze doelstelling.

Herziening richtlijn voor energie-efficiency (EED)

De renovatieverplichting voor gebouwen van publieke instellingen maakt deel uit van de herziening van de EED. Het EU-brede energie-efficiëntiehoofddoel voor 2030 in artikel 4 van de EED wordt het realiseren van 9% energiebesparing, ten opzichte van het referentiescenario uit 2020. Dit komt neer op verhoging van de huidige energiebesparingsdoelstelling van 32,5% naar 39% (voor primair verbruik) en 36% (voor finaal verbruik). Dit collectieve doel wordt bindend en de nationale bijdragen blijven indicatief. Om tot het hogere hoofddoel te komen stelt de Commissie aanscherping en introductie van subdoelen voor. Eén daarvan is dat de nationale energiebesparingsplicht in artikel 8 van de EED verhoogd wordt van 0,8% naar 1,5% per jaar, geldend in de periode 2024-2030. Besparingen in ETS sectoren en door het efficiënter gebruik van fossiele energie tellen hiervoor niet langer mee.

De energiebesparing door de renovatieverplichting kan een bijdrage leveren aan die ambitieuzere besparingsdoelen.

Herziening EPBD

Het voorstel van de Europese Commissie van 15 december 2021 voor herziening van de EED bevat verschillende nieuwe eisen:

- De Commissie stelt voor om de huidige lange termijn renovatiestrategie om te vormen tot een actiegericht Nationaal Renovatieplan. Lidstaten moeten vanaf 2024 verplicht elke vijf jaar rapporteren over hun beleid en streefcijfers voor 2030, 2040 en 2050 formuleren voor de verduurzaming van de gebouwde omgeving.
- Aanvullend kunnen lidstaten fossiele brandstofinstallaties in gebouwen uitfasen via normering en is er een inspanningsverplichting om maatregelen te treffen om per 2040 fossiele brandstoffen uit te faseren bij het verwarmen en koelen van gebouwen.
- Verder moeten lidstaten inspraakrondes invoeren waarbij maatschappelijke organisaties en lokale en regionale overheden hun mening kunnen geven over de plannen.
- De Commissie stelt voor dat nieuwe gebouwen vanaf 2030 volledig emissievrij moeten zijn. Ook introduceert de Commissie eisen omtrent ventilatie, brandveiligheid, toegankelijkheid en circulair materiaalgebruik. Nieuwe overheidsgebouwen, zowel in eigendom als gehuurd, hebben een voorbeeldfunctie en moeten vanaf 2027 emissievrij zijn. Voor bestaande gebouwen introduceert de Commissie minimum energieprestatie-eisen, met name voor de slechtst presterende gebouwen. Voor utiliteitsgebouwen en gebouwen van publieke instellingen voorziet men een verplichting van minimaal energielabel F in 2027 en minimaal label E in 2030. Voor woningen zal dit label F in 2030 en label E in 2033 zijn. Lidstaten worden opgeroepen om zelf aanvullende eisen te stellen voor andere jaartallen met het oog op een emissievrije gebouwvoorraad in 2050.
- Voor ingrijpende renovaties van gebouwen of gebouwdelen geldt nog steeds dat er energieprestatie-eisen zijn voor zover dit technisch, functioneel en economisch haalbaar is, maar met nieuwe voorschriften voor klimaatadaptatie en asbestsanering. Cultureel erfgoed en monumenten zijn niet meer per definitie uitgezonderd van energieprestatie-eisen wanneer verduurzaming de cultuurhistorische waarde van het gebouw of het gebied niet aantast.
- Ten aanzien van de berekening van de energieprestatie van gebouwen wijzigt de Commissie een aantal definities en schrijft zij voor dat lidstaten een (semi) dynamisch rekenmodel moeten hanteren in plaats van een statisch rekenmodel.
- Verder moet het aandeel hernieuwbare energielevering via collectieve netten meegenomen worden in de berekening van de energieprestatie van gebouwen. Dit kan via certificering per net of via erkende primaire energiefactoren. Lidstaten mogen zelf de hoogte van deze factoren bepalen, opgesplitst in een aandeel niet-hernieuwbare energie en een aandeel hernieuwbare energie.
- Er vindt Europees een harmonisering van labelklassen plaats, een label betekent straks hetzelfde in alle lidstaten. Energielabel A is het emissievrije niveau zoals dat voor nieuwbouw gaat gelden. Energielabel G is de 15 procent gebouwen in een lidstaat met de slechtste energieprestatie. Hiernaast stelt de Commissie voor om de vormgeving, opgenomen indicatoren en geldigheidsduur (maximaal 10 jaar voor energielabel A t/m C en 5 jaar voor D t/m G) van het energielabel aan te passen.

- Er komen vrijwillige gebouwrenovatiepaspoorten. Een raamwerk daarvoor wordt gezamenlijk op Europees niveau ontwikkeld. Een renovatiepaspoort voor een gebouw is een individueel renovatie stappenplan om de eigenaar te helpen bij het nemen van de juiste keuzes om uiteindelijk een klimaatneutraal gebouw in 2050 te realiseren.
- De Commissie stelt voor om de verplichting voor een gebouwautomatiseringssysteem voor grote systemen in utiliteitsgebouwen met één jaar te vervroegen naar eind 2024 en per 2030 uit te breiden naar middelgrote systemen. Een gebouwautomatiseringssysteem is verplicht voor grote systemen in utiliteitsgebouwen (>260 kW) vanaf eind 2024 en vanaf 2030 ook voor middelgrote systemen (> 70 kW). Verder wordt een “smart readiness indicator” verplicht vanaf 2026 die inzichtelijk maakt of utiliteitsgebouwen met grote systemen geschikt zijn voor het toepassen van ‘slimme’ gebouwmaatregelen.

Gezien de eis van emissievrije nieuwbouw vanaf 2027 is de verwachting dat de renovatie van gebouwen van publieke instellingen ook naar emissievrij moet in plaats van naar bijna energieneutraal (BENG). De uitfasering van G en F labels kan voor gebouwen in gebruik van publieke instellingen worden ingevuld met de renovatieverplichting wanneer als strategie wordt gekozen om de slechtste labels te renoveren.

Door harmonisering van de labelklassen zullen de energielabels wellicht iets veranderen. Maar dit verandert niets aan de berekening van de energiebesparing en investeringskosten in dit rapport. In plaats van renovatie van G t/m D labels naar A4+ gaat het na harmonisering om renovatie van G en F labels naar A. De maatregelen en het energieverbruik blijven echter hetzelfde als de rekenmethodiek (NTA 8800) hetzelfde blijft. Alleen het labelen qua letters verandert bij harmonisering. Wanneer de rekenmethodiek wordt aangepast vanwege andere Europese eisen, dan kan dat wel invloed hebben op de energiebesparing en investeringskosten zoals in dit rapport berekend.

4.2 Is aanvullend beleid nodig om de renovatieverplichting te realiseren?

De renovatieverplichting kan niet worden gerealiseerd met bestaand beleid. Bestaande utiliteitsgebouwen worden weliswaar na-geïsoleerd maar niet naar de BENG2-eis zoals in het EED voorstel of naar emissievrij. Dat blijkt uit onderzoek van Panteia in opdracht van RVO (Panteia, 2021). Bijvoorbeeld in 8% van de schoolgebouwen uit het onderzoek is in 2020 isolatie toegepast, maar meestal werd daarbij alleen één bouwdeel geïsoleerd zoals het dak of de gevel maar niet beide. In 23% van de schoolgebouwen is nieuw glas geplaatst, maar meestal vanwege gebroken ruiten of uitbreiding van het gebouw, slechts in 33% van de situaties betreft het vervanging van bestaand glas. Vaak wordt nog gewoon dubbel glas toegepast in plaats van HR++ of driedubbel glas. In 6% van de schoolgebouwen uit het onderzoek is de CV ketel vervangen, Maar uit het onderzoek blijkt dat het merendeel van de installaties die is geplaatst een HR ketel betreft (79%), slechts in 5% van de gevallen werd een warmtepomp geplaatst, waarvan 1% in combinatie met een gasgestookte ketel.

De energiebesparingsplicht uit de Wet milieubeheer en de label C verplichting voor kantoren vraagt wel om extra energiebesparende maatregelen, maar niet de maatregelen die nodig zijn voor renovatie naar de BENG2-eis of emissievrij. Er is dus aanvullend beleid nodig om de renovatieverplichting te realiseren.

Het is moeilijk om de renovatieverplichting direct te vertalen naar een wettelijke eis voor publieke instellingen met een vastgoedportefeuille. Het is moeilijk om de renovatieverplichting direct te vertalen naar een wettelijke eis voor publieke instellingen met een vastgoedportefeuille. De 3% zou dan betrekking hebben op een deel van een gebouw. In het kader van de herziene EPBD zou verhoging van het renovatietempo kunnen worden gestimuleerd door een wettelijke uitfasering van G en F labels voor 2030, net zoals bij de verplichte label C voor kantoren. Vastgoedeigenaren zouden verleid kunnen worden tot renovatie naar nieuwbouwkwaliteit via een subsidieregeling. Zonder subsidie zijn de terugverdientijden erg lang. Het budget van de subsidieregeling moet voldoende zijn voor renovatie van 3% van de gebouwenvoorraad per jaar.

Ook verdient het aanbeveling publieke instellingen te helpen met goedkope financiering via een energiebespaarlening uit het Warmtefonds. De besparing op energiekosten kan gebruikt worden om de lening af te lossen. De subsidie is dan alleen nodig voor dat deel van de investering dat binnen de looptijd van de energiebespaarlening niet wordt terugverdiend met de besparing op energiekosten. Het warmtefonds biedt nu al een energiebespaarlening aan voor scholen met een looptijd van 15 jaar en 2,3% rente. Met de verwachte besparing op energiekosten van 200 à 300 miljoen euro per jaar kunnen publieke instellingen een investering van 3 à 4 miljard financieren (zie tekstkader op de volgende bladzijde). De overige investeringen zouden dan uit subsidiebudget moeten komen. In de bijlage van het Coalitieakkoord staat dat tot en met 2030 voor de verduurzaming van maatschappelijk vastgoed 2,75 miljard euro is gereserveerd.

Het verdient aanbeveling om zoveel mogelijk direct naar emissievrij te renoveren of sloop en vervangende emissievrije nieuwbouw toe te staan in plaats van renovatie naar BENG. Uiteindelijk moeten alle gebouwen in 2050 emissievrij zijn en gebouwen van publieke instellingen kunnen een voorbeeldrol vervullen in die transitie.

Hoeveel kunnen publieke instellingen financieren uit besparing op energiekosten?

In Hoofdstuk 3 hebben we berekend dat de meerinvesteringen voor de renovatieverplichting in de periode 2024-2030 zo'n 3 tot 6 miljard euro zijn en de baten op energiekosten jaarlijks 200 à 300 miljoen euro. We berekenen hoeveel publieke instellingen maximaal kunnen financieren wanneer de jaarlijkse rente en aflossing niet meer mag zijn dan de jaarlijkse besparing op energiekosten. Dat kun je berekenen door de annuïteit, de jaarlijkse aflossing plus rente, te berekenen van de leensom met rente en looptijd.

Daarvoor gebruiken we de formule:

$$\text{Annuïteit} = \frac{S \times r}{1 - (1+r)^{-n}}$$

Daarin is S de leensom, r de rente en n de looptijd.

We hebben die berekening gedaan in Tabel 13. De totale leensom voor de renovatieverplichting in de periode 2024 tot en met 2030 zal al gauw enkele miljarden bedragen.

Tabel 13 Annuïteit (jaarlijkse aflossing en rente)

S	r	n	annuïteit
[miljoenen euro's]		[jaren]	[miljoenen euro's/jaar]
1000	0,023	15	80
2000	0,023	15	159
3000	0,023	15	239
4000	0,023	15	318

Als de jaarlijkse rente en aflossing van een energiebespaarlening maximaal 200 à 300 miljoen euro per jaar mag zijn dan kunnen de publieke instellingen 3 à 4 miljard lenen. De overige meerinvestering moet dan uit subsidiebudget komen. In de bijlage van het Coalitieakkoord staat dat tot en met 2030 voor de verduurzaming van maatschappelijk vastgoed 2,75 miljard euro is gereserveerd.

Referenties

CBS, 2021: Gebouwenmatrix energie <https://www.cbs.nl/nl-nl/maatwerk/2021/10/gebouwenmatrix-1-1-2014-1-1-2018-1-1-2019-1-1-2020>

CBS, 2021b: [StatLine - Bedrijven; bedrijfsgrootte en rechtsvorm \(cbs.nl\)](#)

CBS, 2021c: [Rijksmonumenten; regio \(indeling 2020\) \(cbs.nl\)](#)

DGMR, 2022: Meerinvesteringen en besparing op energiekosten. Onderzoek naar uitvoeringslasten bij voorgestelde eindnorm 2050 (nog te verschijnen)

Erfgoedstem, 2015: [Hebben wij te veel monumenten, of onze zuiderburen te weinig? - De Erfgoedstem](#)

Kinderopvang-wijzer, 2021: [Hoe Groot Is Een Kinderdagverblijf Locatie? - Kinderopvang-Wijzer](#)

Menkveld M en J. Sipma, 2022: Ambitieniveau dienstenconvenant, TNO notitie in opdracht van het Ministerie van Binnenlandse Zaken, nog te verschijnen

Menkveld M., J. Gerdes en W. Wetzels, 2022: Energietarieven en rentepercentage voor update EML, TNO notitie in opdracht van RVO, nog te verschijnen.

Niessink, 2019: Energiebesparing door renovatie van Rijksgebouwen in het kader van Artikel 5 EED
<https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2019/08/30/energiebesparing-door-renovatie-van-rijksgebouwen-in-het-kader-van-artikel-5-eed-door-tno>

Panteia 2021: [Renovaties in de Utiliteit - Onderzoeksverantwoording meting 2021 \(rvo.nl\)](#)

RVO, 2020: [Berekening van de standaard CO2-emissiefactor aardgas 2021 \(rvo.nl\)](#)

Sipma, 2016: Ontwikkeling energiekentallen utiliteitsgebouwen
[Ontwikkeling energiekentallen utiliteitsgebouwen | TNO Publications](#)

Sipma, 2021: De zoektocht naar een gelijkwaardig alternatief op basis van het werkelijk energiegebruik, als equivalent voor de 'BENG2 Eindnorm 2050' binnen de utiliteitssector [TNO-2021-P10330 Alternatief-BENG2-Eindnorm-2050-1.pdf \(platformduurzamehuisvesting.nl\)](#)

W/E, 2020: [Advies klassenindeling energielabel op basis van NTA 8800 voor woningen en utiliteitsgebouwen | Publicatie | Rijksoverheid.nl](#)