Mogelijkheden voor minderen

Wat is er mogelijk aan energiebesparing in de MRA



CE Delft

Inhoud

1 Wat is er mogelijk aan energiebesparing? 2

2 Energiebesparing per maatregel 11

3 Wettelijk verplicht potentieel 21

4 Conclusies en aanbevelingen 26

Referenties 30

Inhoud

1 Wat is er mogelijk aan energiebesparing?



CE Delft heeft twaalf maatregelen doorgerekend om energie te besparen. Met deze maatregelen kan tot en met 2030 ongeveer één achtste van het energiegebruik worden bespaard. Met name besparing op aardgas heeft veel potentieel: met de doorgerekende maatregelen kan één vijfde van het aardgas worden bespaard en één zesde van de transportbrandstoffen. De mogelijkheden om tot en met 2030 energie te besparen worden echter sterk ingeperkt door de relatief beperkte tijd die nog resteert en de beperkte beschikbaarheid van installateurs. Op langere termijn zijn aanzienlijk grotere besparingen mogelijk. Zo zou het gasverbruik in 2040 zelfs gehalveerd kunnen worden.

1.1 Energiebesparing is het fundament onder de energietransitie

Actienetwerk Gas Terug heeft CE Delft gevraagd te verkennen welke mogelijkheden er zijn voor energiebesparing in de Metropoolregio Amsterdam (MRA). Aan de energietransitie wordt hard gewerkt; ook in de MRA zetten gemeenten, provincies en andere partijen zich daarvoor in. Energiebesparing wordt erkend als belangrijke pijler, maar het potentieel blijft deels onbenut. Zonde, want energiebesparing reduceert niet alleen de CO_2-uitstoot, maar ontlast – in tegenstelling tot andere opties – ook de overbelaste energie-infrastructuur. Bovendien verbetert het comfort en leefbaarheid in huis en helpt het energiearmoede tegen te gaan. Kortom: hoog tijd om waar mogelijk minder energie te gebruiken.

In deze studie geven we een indicatie van het energiebesparingspotentieel van twaalf maatregelen in de MRA. We kijken in eerste instantie wat er praktisch mogelijk is voor 2030. We nemen daarin de belemmeringen mee van een beperkte beschikbaarheid van installateurs en netcongestie. De tijd die nog resteert tot 2030 is zeer beperkt en dit betekent voor meerdere maatregelen een zeer substantiële inperking van het potentieel. Daarom bespreken we ook wat er mogelijk (en nodig) is op de wat langere termijn. Ook kunnen er beleidsmatige uitdagingen verbonden zijn aan het (snel) benutten van het hele potentieel. Wij hebben in de potentieelinschatting geen beleidsmatige afwegingen meegenomen.

1.1.1 Methode en afbakening

We geven in dit rapport een globale inschatting van het potentieel van de maatregelen om te laten zien hoeveel er mogelijk is. Niet van alle maatregelen is voldoende informatie bekend om gedetailleerd uitspraken te doen, maar we kunnen op basis van beschikbare bronnen wel een grove inschatting maken van hoeveel mogelijk is. Vaak geven we daarbij een range waarbinnen de verwachte energiebesparing zit. En we geven aanbevelingen voor waar meer onderzoek interessant zou zijn.

Alle gerapporteerde energiebesparing is ten opzichte van het energieverbruik in 2024 uit de Regionale Klimaatmonitor (Regionale Klimaatmonitor, lopend). We hebben geen prognose gemaakt van toekomstige ontwikkelingen in de energievraag, die zijn zodoende niet in de cijfers verwerkt. We kijken naar het energieverbruik van de sectoren, bewoners, bedrijven en overheden (utiliteit) en mobiliteit. De sector industrie hebben

we niet meegenomen in de verkenning. We nemen alleen direct energieverbruik mee. Indirect energieverbruik dat bijvoorbeeld nodig is voor de productie van isolatie-materiaal, voertuigen, etc. valt buiten de scope van dit onderzoek.

Sommige maatregelen overlappen met elkaar. Het potentieel dat we laten zien is al gecorrigeerd voor dubbeltelling. De potentiëlen kunnen dus bij elkaar opgeteld worden. Zie ook Tekstkader 1 in Hoofdstuk 2.

1.1.2 Leeswijzer

In dit eerste hoofdstuk geven we een overzicht van de mogelijke energiebesparing met de twaalf maatregelen. In Hoofdstuk 2 geven we een toelichting op de maatregelen en beschrijven we de aannames die we hebben gedaan. In Hoofdstuk 3 laten we zien hoe zich dit verhoudt tot wettelijke verplichtingen. In Hoofdstuk 4 trekken we conclusies en geven we enkele aanbevelingen.

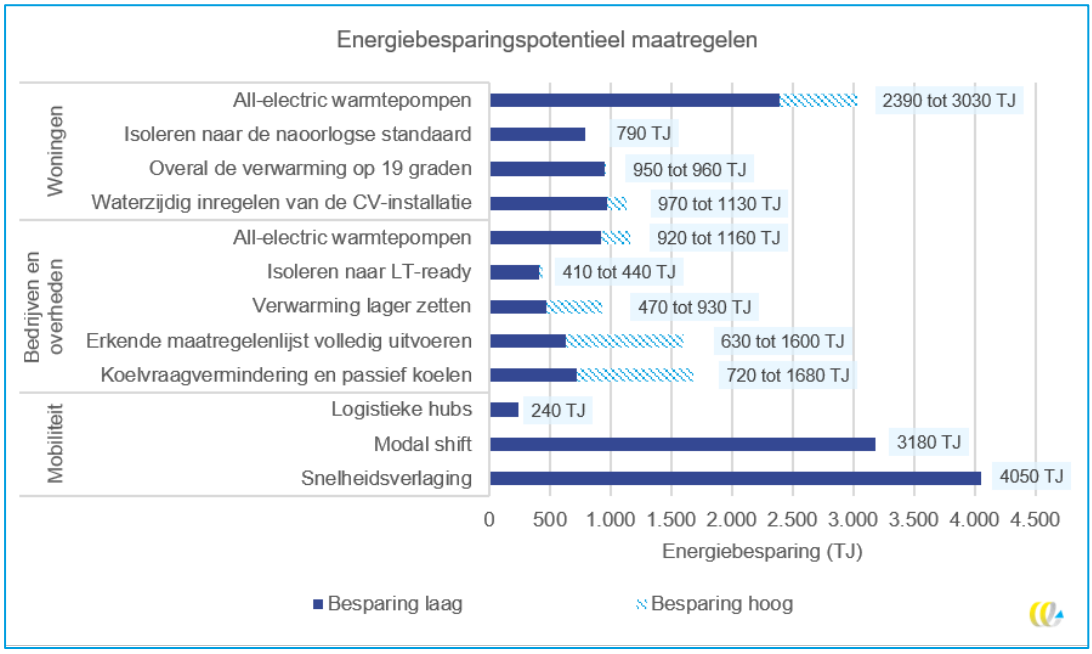
1.2 Maatregelen voor minderen

1.2.1 Potentieel tot en met 2030

Figuur 1 laat de maatregelen zien die we hebben geanalyseerd en wat het verwachte potentieel is inclusief range dat uiterlijk in 2030 gerealiseerd kan worden. Doordat de tijd tot 2030 beperkt is, is het potentieel ook beperkt.

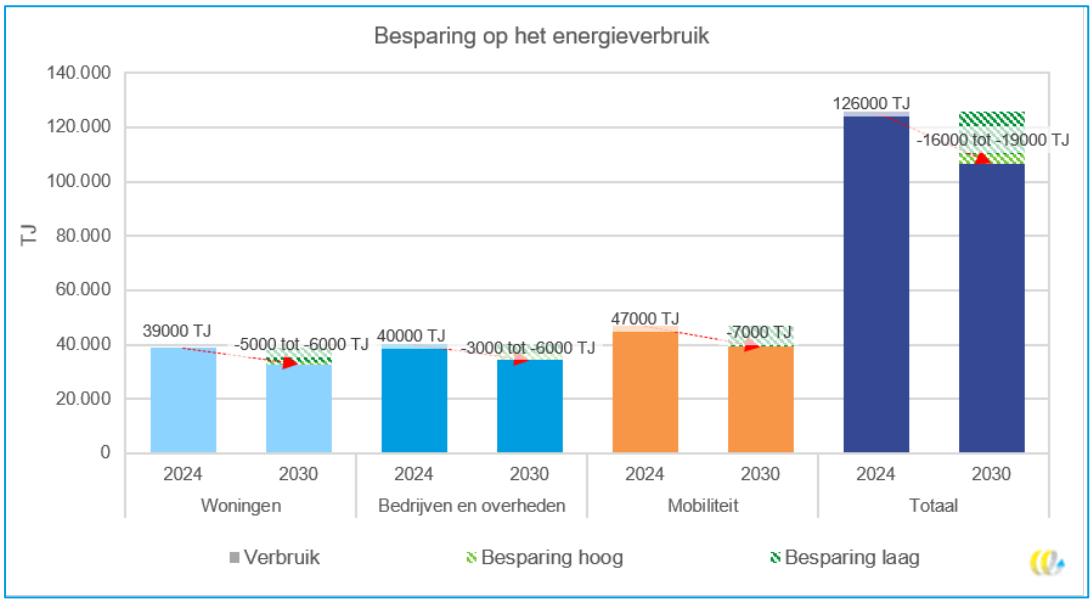
Figuur 2 geeft de besparing per sector en in totaal weer in 2030 ten opzichte van het verbruik in 2024.

Figuur 1 – Overzicht van de maatregelen en hun energiebesparingspotentieel die zijn meegenomen in de studie



Cave: De dubbeltelling van de maatregelen is er al uit gehaald, zodat het potentieel optelbaar is. Het besparings-potentieel is weergegeven in bandbreedtes; deze kunnen afhangen van beschikbaarheid van technisch personeel, maar ook van onzekerheden in de besparing die gepaard gaat met een maatregel.

Figuur 2 – Besparing op het totaal energieverbruik in 2030 ten opzichte van 2024



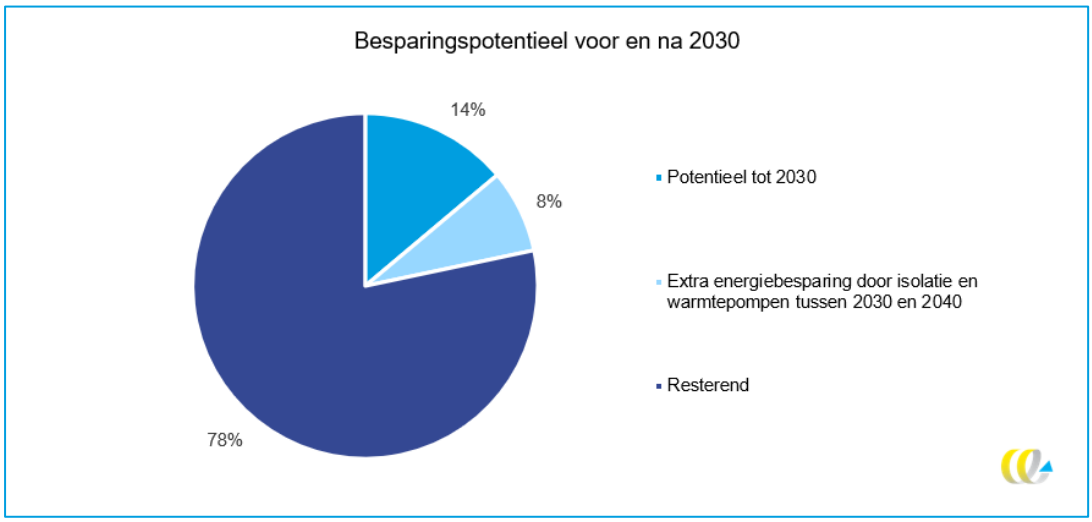
Het huidig energieverbruik is 126.000 TJ, dat betekent dat met deze maatregelen ongeveer een achtste (16.000 TJ) tot een zesde (19.000 TJ) van het energieverbruik tot 2030 bespaard kan worden.

1.2.2 Potentieel na 2030

In de gebouwde omgeving zijn isoleren en all-electric warmtepompen de maatregelen met de grootste impact. Deze maatregelen zijn echter sterk ingeperkt door de beperkt beschikbare capaciteit van installateurs. Bij all-electric warmtepompen is met name voor bedrijven en overheden ook netcongestie een belemmering. Daardoor nemen we voor die maatregelen maar 10% tot 15% van het potentieel mee. Na 2030 is er dus wel degelijk een veel groter potentieel. Met deze maatregelen[1] kán het gasverbruik in de gebouwde omgeving volledig naar nul. De capaciteit per jaar om te isoleren en warmtepompen te plaatsen is echter beperkt, dus het is van belang dat we geen tijd verloren laten gaan en jaarlijks deze capaciteit volledig benutten.

Figuur 3 laat zien hoeveel energiebesparing er extra gerealiseerd kan worden met isolatie en all-electric warmtepompen bij woningen en utiliteitsbouw tot en met 2040, met ongewijzigde beschikbaarheid van installateurs. Hiermee kan 22% aan energieverbruik worden verminderd. Van het aardgasverbruik kan zelfs 50% worden gereduceerd.

Figuur 3 – Aandeel van energiebesparing dat met de meegenomen maatregelen voor 2030 en voor 2040 gerealiseerd kan worden, uitgaande van huidige inschatting van beschikbaarheid installateurs



[1] Niet alle woningen zullen op al-electric warmtepompen overgaan. Een aanzienlijk deel van de woningen zal aangesloten worden op een warmtenet. Maar ook daarvoor geldt dat het aardgasgebruik daarmee naar nul kan.

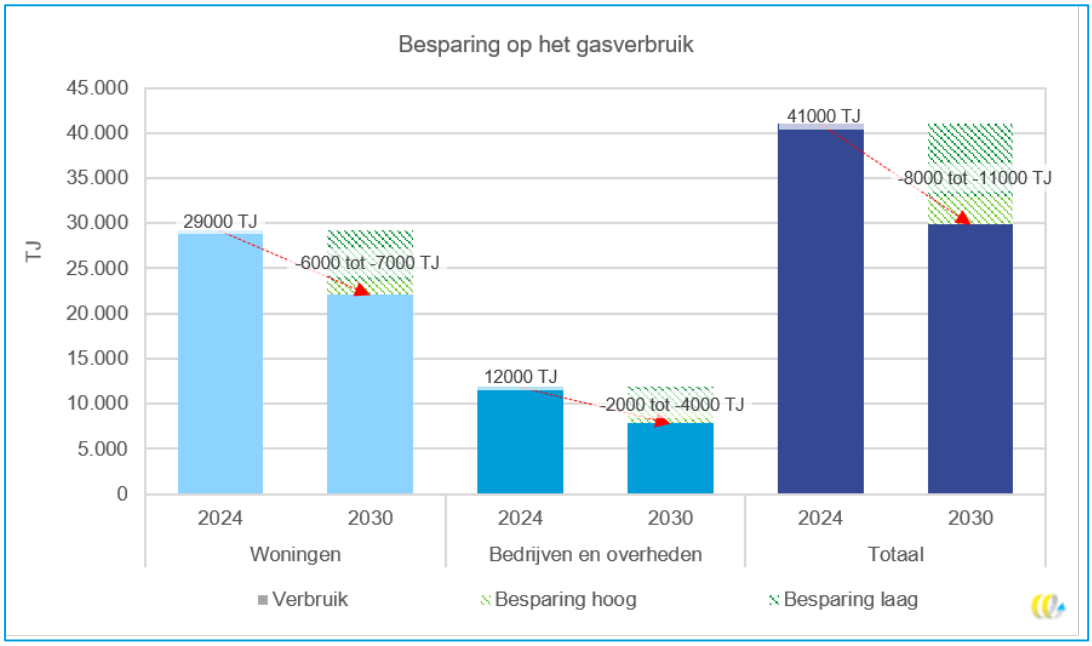
Dit gaat uit van de aanname dat de capaciteit van installateurs niet toeneemt. Hoe die zich gaat ontwikkelen is echter onzeker en de vraag naar installateurs zal ook op andere vlakken in de energietransitie zeker toenemen. Om het aanbod van installateurs op peil te houden, is in ieder geval stabiel beleid nodig. Tijdelijke dips in de vraag, kunnen ervoor zorgen dat installateurs naar andere sectoren vertrekken.

Voor de uitrol van warmtepompen is het van belang dat de beschikbaarheid van netcapaciteit toeneemt. Bovendien zorgen lopende inspanningen van de netbeheerders ervoor dat de netcapaciteit op termijn wordt uitgebreid, maar dit kost tijd. In de tussentijd is het van belang om efficiënt om te gaan met netcapaciteit. Bedrijven kunnen daarvoor bijvoorbeeld maatregelen nemen. Zie Oplossingen voor netcongestie bij bedrijven.

1.3 Gasverbruik

Er is veel potentieel om het gasverbruik te reduceren. Het beleid is erop gericht om het gasverbruik naar nul te brengen en dat is binnen woningen én bedrijven en overheden in principe ook mogelijk met deze maatregelen. Dat kost echter wel tijd. Figuur 4 geeft besparing op het gasverbruik weer met de meegenomen maatregelen per sector tot en met 2030, aangenomen dat de beschikbare capaciteit van installateurs gelijk blijft.

Figuur 4 – Besparing op het gasverbruik

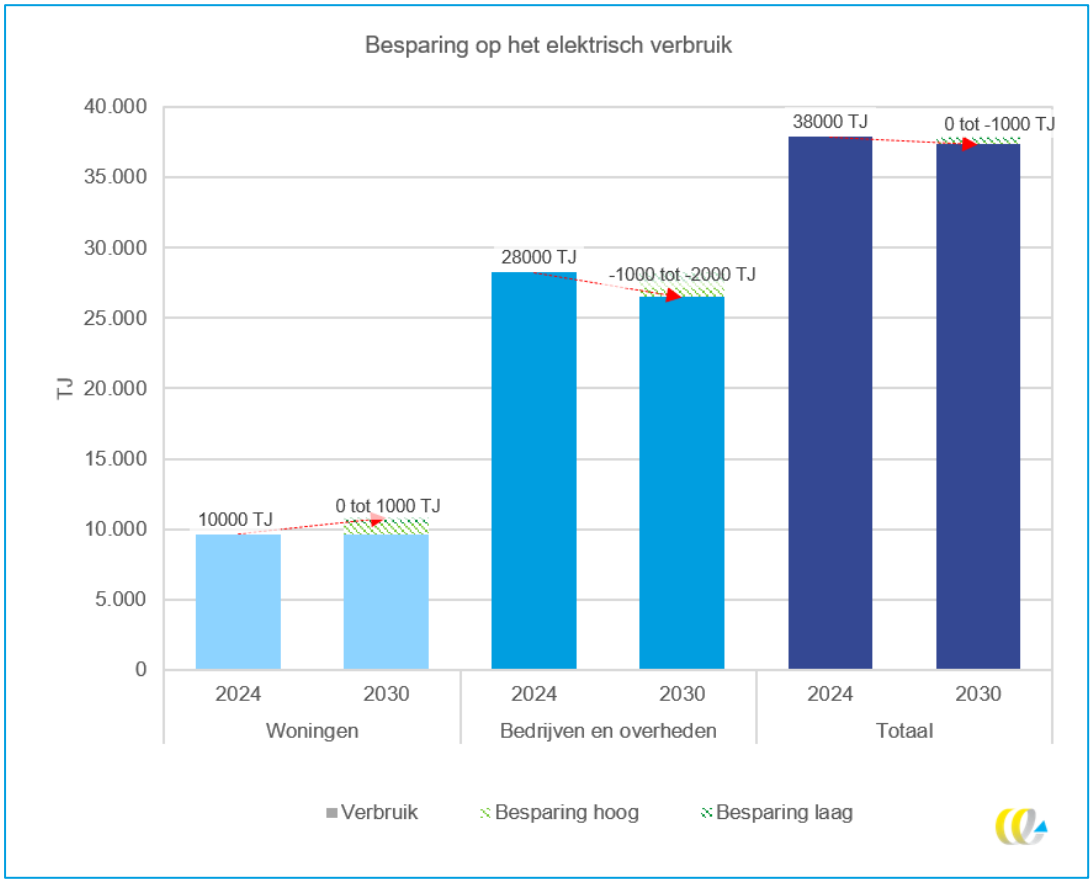


Het huidig gasverbruik is 41.000 TJ. De mogelijke besparing op het gasverbruik tot en met 2030 is 8.000-11.000 TJ. Dit houdt in dat het gasverbruik 20-25% gereduceerd kan worden. De mogelijke besparing op het gasverbruik tot en met 2040 is circa 20.000 TJ. Dit komt overeen met een reductie van het gasverbruik van circa 50%.

1.4 Elektriciteitsverbruik

Het verbruik van elektriciteit daalt maar zeer beperkt. De meeste maatregelen die we meenemen zijn niet gericht op reductie van het elektriciteitsverbruik of laten het zelfs toenemen, zoals het geval is bij all-electric warmtepompen. Figuur 5geeft de besparing op het elektriciteitsverbruik weer met de twaalf meegenomen maatregelen.

Figuur 5 – Besparing op het elektriciteitsverbruik



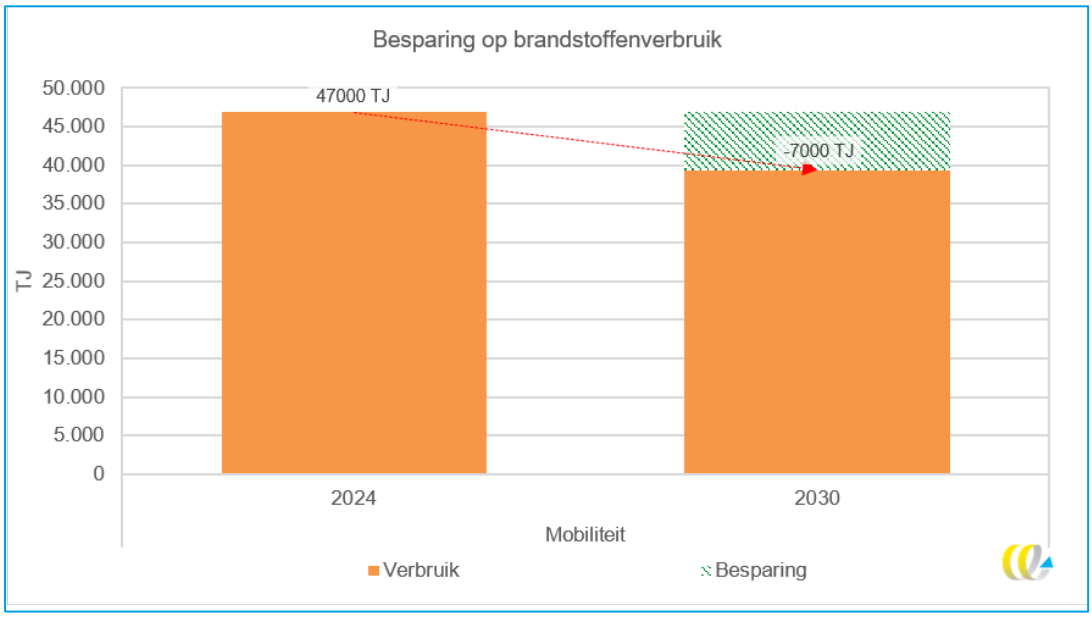
Elektrificatie is onderdeel van de energietransitie omdat elektriciteit een efficiënte energiedrager is, waarvan het bovendien heel goed mogelijk is om die CO_2-vrij te maken. Het elektriciteitsverbruik zal dus onvermijdelijk toenemen, maar daarom is het juist van belang om elektriciteit zo efficiënt mogelijk in te zetten. Daarmee wordt het elektriciteitsnet bovendien zo veel mogelijk ontzien.

Bij woningen, bedrijven en overheden is daarbij onder andere het gebruik van efficiënte apparaten van belang. De Europese Ecodesign-richtlijn verplicht fabrikanten om producten energiezuiniger te ontwerpen, door minimumeisen aan de energieprestatie te stellen aan producten die binnen de EU worden verkocht. Daarnaast zorgen datagebruik, AI, streaming, etc. voor een sterk groeiend elektriciteitsverbruik. Efficiëntie van ICT-apparatuur (servers, netwerkapparatuur en eindapparaten) en efficiënter datagebruik (verouderde data verwijderen, etc.) worden dan ook steeds belangrijker. Dat is echter geen onderdeel van onze berekeningen.

1.5 Mobiliteit

In de mobiliteitssector kan het brandstofverbruik met circa 16% afnemen met de drie meegenomen maatregelen. Dit is weergegeven in Figuur 6.

Figuur 6 – Besparing op het brandstoffenverbruik



Met name een snelheidsverlaging van 100 km/u naar 80 km/u en een verschuiving naar meer fiets en ov-gebruik bij woon-werkverkeer hebben een substantiële potentie voor energiebesparing. De maatregelen die we hebben meegenomen zijn gericht op vermindering van het autoverbruik. Daarnaast laat de door CE Delft ontwikkelde tool voor de Provincie Noord-Holland nog meer mogelijke maatregelen zien in de mobiliteitssector (CE Delft, 2023). Ook maatregelen waarmee voertuigen worden geëlektrificeerd zorgen voor energiebesparing omdat een elektromotor veel efficiënter is dan een verbrandingsmotor (IEA, 2025).

Inhoud

2 Energiebesparing per maatregel



Voor twaalf maatregelen heeft CE Delft het energiebesparings-potentieel berekend, verdeeld over drie categorieën: bewoners, bedrijven en instellingen, en mobiliteit. Vooral isoleren en het installeren van warmtepompen heeft veel impact op het energie-verbruik van bewoners, bedrijven en overheden. Bij mobiliteit hebben snelheidsverlaging en modal shift voor woon-werkverkeer het grootste effect.

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk beschrijven we hoe we hebben bepaald wat het energiebesparingspotentieel is per maatregel ten opzichte van 2024. We nemen in de potentieelschatting niet mee dat het energieverbruik sowieso zal veranderen tussen nu en 2030, bijvoorbeeld door de groei van het aantal bedrijven en woningen.

Van sommige maatregelen is er meer bekend dan van anderen. In veel gevallen maken we een globale inschatting op basis van de beschikbare informatie. Dit geeft dus niet een heel precies beeld. Daarom geven we vaak ook een range. Maar het laat wel goed zien dat er nog veel mogelijk is met energiebesparing. We delen de maatregelen in naar maatregelen voor bewoners, bedrijven en overheden en mobiliteit.

We toetsen het potentieel op technische haalbaarheid. We nemen mee in hoeverre netcongestie en de beschikbaarheid van technisch personeel een belemmering is om het potentieel voor 2030 te verzilveren. Sommige maatregelen kunnen ook dan nog uitdagend zijn, omdat het vraagt om gedragsverandering (zoals de verwarming lager zetten) of omdat het bijvoorbeeld duur is. Het is echter wel mogelijk om dit te doen. Daarom nemen we die belemmeringen niet mee in de potentieelschatting.

Tekstkader 1 – Dubbeltelling

Dubbeltelling tussen maatregelen

De weergegeven effecten in dit hoofdstuk zijn gecorrigeerd voor dubbeltelling. Maatregelen hebben immers overlap met elkaar. Als in een gebouw meerdere maatregelen worden genomen, zoals waterzijdig inregelen en isoleren, is het opgetelde effect kleiner dan de som van de individuele effecten. Voor het installeren van een all-electric warmtepomp is isolatie zelfs een randvoorwaarde. Wij hebben hier in de berekening rekening mee gehouden. De effecten van de maatregelen zijn verlaagd met een overlappend effect van gebouwen die meerdere maatregelen nemen.

2.2 Bewoners

2.2.1 Waterzijdig inregelen

Waterzijdig inregelen is het efficiënter instellen van de cv-installatie in een gebouw door de ventielen of kranen dichter of juist meer open te draaien, waardoor het warme water zich efficiënter verspreid over de verschillende radiatoren. Het energiebesparings-potentieel van deze maatregel dat wordt gerapporteerd in de literatuur, loopt erg uiteen. Ymere liet onderzoek doen naar energiebesparing als gevolg van waterzijdig inregelen in 63 woningen, en vond een gemiddelde besparing van 5,5%. Wel waren in de dataset kleine appartementen oververtegenwoordigd, waardoor dit percentage waarschijnlijk lager uitvalt. Voor het meest voorkomende woningtype in Nederland (de ‘standaard’ eengezinswoning) was de besparing 14,2% (Rol & Willems, 2026).

Kiwa (Fennema & Caanen, 2019) rapporteert een besparing van maximaal 1,5%. Een rapport van TNO (Afink, 2000) noemt een potentieel van 25%, maar geeft aan dat het energiegebruik soms ook juist stijgt door waterzijdig inregelen. Een recentere studie van TNO (Koene et al., 2025) gaat, na de voorgaande studies van Kiwa en TNO te bespre-ken, uit van een besparing van 5-10%. Wij nemen dit over en gaan voor deze studie uit van een besparing van 7,5%.

Ongeveer 60 tot 70% van de woningen is volgens de NVDE niet goed waterzijdig ingeregeld (NVDE, 2025). Gemiddeld wordt 75% van de energie in gas2gestookte woningen gebruikt voor verwarming (Milieu Centraal, lopend-a). In totaal kan met waterzijdig inregelen **970 tot 1.130** TJ bespaard. Net zoals bij veel technische maat-regelen kan arbeidscapaciteit een beperkende factor zijn. Waterzijdig inregelen is niet technisch complex, maar kost gemiddeld toch 2 tot 4 uur per woning (HIER, 2024). Daarnaast is veel kennis over deze vroeger vanzelfsprekende maatregel verloren gegaan, en beschikt dus niet iedere installateur over de capaciteit om de maatregel uit te voeren (Schöne, 2025). Het is niet bekend hoeveel capaciteit er wél beschikbaar is voor deze maatregel.

Waterzijdig inregelen kan ook voor energiebesparing zorgen in woningen met een warmtepomp. Ongeveer 76.000 woningen in de MRA worden elektrisch verwarmd (warmtepomp of andere elektrische installatie). Het gemiddeld stroomverbruik met een warmtepomp is 3400 kWh (Milieu Centraal, lopend-b). We nemen aan dat ook daarvan 75% wordt gebruikt voor verwarming en dat 60-70% van de woningen niet goed water-

zijdig is ingeregeld is. Er kan dus 8.718.705 tot 10.171.823 kWh of **31 tot 37 TJ** bespaard worden door waterzijdig inregelen bij warmtepompen.

2.2.2 Isoleren van woningen

Bij deze maatregel worden alle woningen in de MRA geïsoleerd naar de naoorlogse standaard, voor zover de woningen daar nog niet aan voldoen. Voor oude woningen wordt vaak gerekend met de vooroorlogse standaard die minder ver gaat. We gaan dus uit van een ambitieus niveau van isolatie.

We hebben de energiebesparing van het isoleren van woningen berekend met behulp van het CEGOIA-model en de Klimaatmonitor (Regionale Klimaatmonitor, lopend).

De belangrijkste beperking voor het isoleren van woningen tot 2030 is de beschikbaarheid van uitvoeringscapaciteit. Er zijn dit jaar circa 80.000 woningen geïsoleerd in Nederland (Minister van VRO, 2026). We kunnen er dus van uitgaan dat er tot en met 2030 voldoende uitvoeringscapaciteit is om ten minste 320.000 woningen te isoleren in heel Nederland. Om alle woningen op de naoorlogse standaard te krijgen is het nodig om in de MRA circa 510.000 woningen te isoleren. Gezien het aandeel van de MRA in de Nederlandse woningvoorraad en de vier jaar die resteert tot en met 2030 is het haalbaar om tot en met 2030 ongeveer 10% van deze woningen te isoleren.

Met deze berekening komen we uit op een besparing op het gasverbruik van circa **790 TJ** in 2030. Het totale potentieel is ongeveer tien keer zo groot, dus na 2030 kan er geleidelijk meer energiebesparing gerealiseerd worden. Het maximale tempo wordt echter bepaald door de beschikbaarheid van installateurs.

Van dit energiebesparingspotentieel ligt circa 30% (260 TJ) bij VvE's. Energiebesparing is bij VvE's, zoals appartementengebouwen, complexer dan bij eengezinswoningen, omdat dak, gevel, vloer en installaties gemeenschappelijk eigendom zijn en maatregelen dus collectief besloten moeten worden in de VvE. Ingrijpende maatregelen zoals isolatie of zonnepanelen vereisen bovendien vaak een gekwalificeerde meerderheid van driekwart van de stemmen of zelfs unanimiteit. Dit proces loopt in de praktijk bij ongeveer één op de drie VvE's vast op onvoldoende overeenstemming tussen eigenaren (Vereniging eigen huis, 2022).

2.2.3 All-electric warmtepompen

We nemen de energiebesparing mee als gevolg van de installatie van warmtepompen. Een warmtepomp is immers efficiënter dan een cv-ketel en zorgt daarom voor energiebesparing. We gaan hier weer uit van een ambitieus niveau en gaan uit van all-electric

warmtepompen. Hybride warmtepompen nemen we niet mee. In de warmtetransitie is naast warmtepompen echter ook een belangrijke rol weggelegd voor warmtenetten en is er maar een beperkte termijn tot 2030 om de warmtepompen te realiseren. We berekenen daarom het potentieel voor het plaatsen van warmtepompen in 10% tot 15% van de woningen en niet voor alle woningen.

We hebben de energiebesparing van warmtepompen berekend met behulp van het CEGOIA-model, de Klimaatmonitor (Regionale Klimaatmonitor, lopend) en de dataset van het PBL 'Referentieverbruik warmte woningen', die de warmtebehoefte van woningen schat op basis van gemiddelde praktijkwaarden van woningen met dezelfde bouwtechnische kenmerken (PBL, 2023).

We bekijken welk deel van dit potentieel nog haalbaar is voor 2030. De belangrijkste beperkingen die daarin spelen zijn netcongestie en de beschikbaarheid van geschoolde installateurs.

Netcongestie is voor huishoudens niet direct een beperking, zolang ze binnen hun eigen aansluiting kunnen elektrificeren. Uit een recente studie van Stroomversnelling (2026) blijkt dat de meeste woningen achter een 1x35A aansluiting kunnen elektrificeren. Aangezien we hier uitgaan van 10% tot 15% van de woningen, kunnen we aannemen dat er voldoende woningen mogelijkheden hebben binnen de aansluiting, waardoor netcongestie geen belemmering vormt om dit potentieel te benutten.

Uit het nationaal warmtepomp trendrapport 2026 (DNE Research, 2026) halen we dat in 2023 landelijk 179.000 warmtepompen geïnstalleerd zijn. Daarna is de markt ingezakt, maar deze trekt ook weer aan en in 2026 wordt verwacht dat tussen de 106.000 en 216.000 warmtepompen geïnstalleerd worden en dat daar voldoende capaciteit voor is. In de resterende 4 jaar tot en met 2030 is het dus ten minste mogelijk om circa 900.000 woningen van een warmtepomp te voorzien in Nederland, of meer als de vraag toeneemt en het aanbod daarop wordt aangepast. Ongeveer 15% van de woningen staat in de MRA. We gaan er dan ook vanuit dat het mogelijk is om in de MRA rond de 130.000 woningen van een warmtepomp te voorzien in de jaren tot en met 2030.

Als een all-electric warmtepomp geplaatst wordt, moet er ook geïsoleerd worden. Dat hebben we voor een gedeelte al meegenomen in paragraaf 2.1.2. Dit levert een besparing op op het gasverbruik van **2.860 tot 4.280 TJ**. De toename van het elektriciteitsverbruik schatten we in als **470 tot 1.250 TJ.**

Van dit energiebesparingspotentieel ligt circa 30% (1300 TJ gasbesparing en 370 TJ toename van het elektriciteitsverbruik) bij VvE's. Zoals in paragraaf 2.2.2 beschreven is het complexer om dit soort maatregelen te nemen in VvE's en stranden initiatieven vaak doordat er onvoldoende overeenstemming is tussen eigenaren (Vereniging eigen huis, 2022).

2.2.4 Verwarming op 19°C

Door de verwarming lager te zetten, kan er in potentie veel energie bespaard worden. De KlimaatHelpdesk (2021) berekende met de graaddagencalculator van MinderGas dat bij een verlaging van de gemiddelde binnentemperatuur van 1°C, het aantal graaddagen met circa 10% vermindert. Bij een verlaging van 2°C, is dat ongeveer 20%.

Niet iedereen heeft de verwarming op 21°C staan, maar er is weinig data over hoe hoog mensen de thermostaat hebben staan. We nemen aan dat ongeveer 13% van de mensen hun verwarming op 21°C of hoger heeft staan. Bij 20% van de mensen staat de verwarming op 20°C.

Voor woningen die verwarmd worden op aardgas komt dat neer op **950 tot 960 TJ**.

2.3 Bedrijven en overheden

2.3.1 Isoleren naar LT-ready

We hebben de energiebesparing van het isoleren van utiliteitsgebouwen berekend met behulp van het CEGOIA-model en de Klimaatmonitor (Regionale Klimaatmonitor, lopend). We gaan uit van aanpassen van isolatie naar een niveau waarmee op lage temperatuur verwarmd kan worden, bijvoorbeeld met een warmtepomp.

Als alle utiliteitsbouw geïsoleerd wordt naar LT-ready (zonder dat tegelijkertijd andere maatregelen worden genomen) levert dat circa 4.760 TJ aan energiebesparing op, maar ook hier vormt de beschikbaarheid van installateurs een belemmering.

Voor bedrijven en overheden is vrijwel niets bekend over de beschikbaarheid van installateurs om te isoleren. Daarom gaan we ervan uit dat het net als bij woningen mogelijk is om 10% van deze panden te isoleren voor 2030, daarmee komt het potentieel voor 2030 op 410 tot 440 TJ. Het totale potentieel is circa tien keer zo groot, dus na 2030

kan er geleidelijk meer energiebesparing gerealiseerd worden. Het maximale tempo wordt echter bepaald door de beschikbaarheid van installateurs.

2.3.2 Koelvraagvermindering en passief koelen in bedrijfspanden

Een manier om energie te besparen is het verminderen van de koelvraag, zodat er minder airconditioning of andere energie-intensieve koelapparatuur nodig is. We behandelen hier zonwering bij kantoren en witte daken op kantoren en winkelpanden. Ook kan een bodemwarmtepomp gebruik maken van de koelte in de bodem, in plaats van koelte te creëren met elektriciteit. Over het effect van passief koelen en energievraagreductie is weinig bekend. Er is meer onderzoek nodig om hier een preciezere inschatting van te kunnen geven. Op basis van een voorbeeldberekening kunnen we wel laten zien dat het interessant is om hier nader onderzoek naar te doen, omdat het potentieel om significante energiebesparing gaat. Dit is dus een eerste inschatting.

2.3.2.1 Zonwering

Met zonwering kan de opwarming gedurende de dag door inkomend zonlicht beperkt worden. TNO (2008) geeft voor automatisch geregelde buitenzonwering een besparing op de energie voor verwarmen en koelen van kantoren van 9 tot 29%. We gaan voor deze studie uit van 20%. Een deel van de kantoren in Nederland heeft echter al zonwering, we doen voor deze studie de aanname dat dit zo'n 20% van de kantoren is. Als de overige 80% goede zonwering aanschaft, kan hiermee **206 TJ** aan koeling bespaard worden.

2.3.2.2 Witte daken

Witte daken reflecteren meer zonne-energie dan zwarte daken (albedo-effect), waardoor gebouwen gedurende de dag minder opwarmen en de koelbehoefte afneemt. Over het koelingseffect van witte daken in Nederland is weinig data bekend. Oleson et al. (2010) noemden wel dat de energiebesparing door een verminderde koelbehoefte in gebieden vanaf een breedtegraad van 40 graden of hoger, deels teniet wordt gedaan door een vergrote warmtebehoefte in de winter (winter heating penalty). Levinson and Akbari (2010) onderzochten het koelingseffect van witte daken op bedrijfspanden in de Verenigde Staten. In de staat Washington, die klimatologisch het meest lijkt op Nederland, vonden zij een verminderde koelvraag van 4,46 kWh/m^2 (16,065 MJ/m^2). De heating penalty voor Washington is 0,0602 therm/m^2, wat neerkomt op 6,3511 MJ. De netto-energiebesparing in Washington is dus net iets minder dan 10 MJ/m^2. De studie is alleen gedaan voor kantoren en winkelpanden, dus we passen deze

besparing alleen op die gebouwen toe. In totaal kan met deze maatregel circa **209 TJ** aan koeling bespaard worden.

2.3.2.3 Passief koelen met warmtepomp

Passief koelen met een warmtepomp maakt gebruik van de natuurlijke koude in de bodem, waar de temperatuur gemiddeld tussen 10 en 12°C ligt. Het gebouw geeft warmte af aan het water in het afgiftesysteem, dat deze afvoert naar de bodem. Hierdoor daalt de binnentemperatuur; de bodemtemperatuur bepaalt hoe sterk deze daling uitvalt. Het koelvermogen is beperkt: passief koelen verlaagt de binnentemperatuur maximaal met circa 4°C.

We passen deze maatregel toe op de helft van alle utiliteitsgebouwen, omdat we ervan uitgaan dat de helft al een koelinstallatie heeft. Er is geen data bekend over de energiebesparing als gevolg van passief koelen. Daarom gebruiken we een groot bereik van 20-80% besparing op de koudevraag. In totaal kan er met deze maatregel **320 tot 1280 TJ bespaard** worden.

2.3.3 All-electric Warmtepompen

We hebben de energiebesparing van warmtepompen berekend met behulp van het CEGOIA-model en de Klimaatmonitor (Regionale Klimaatmonitor, lopend).

We nemen aan dat maximaal 10% tot 15% van de utiliteitsbouw over kan gaan op een warmtepomp. Niet alle panden zullen immers overgaan op warmtepompen, maar er worden ook warmtenetten ontwikkeld. Daarnaast heeft de utiliteitsbouw te maken met netcongestie bij het elektrificeren van de verwarming en kunnen er belemmeringen zijn in het aantal installateurs.

Dit levert een potentiële besparing op het gasverbruik op van **1.150 tot 1.670 TJ.**
De toename van het elektriciteitsverbruik bedraagt **230 tot 510 TJ**.

2.3.4 Erkende maatregelenlijst volledig uitvoeren

De energiebesparingsplicht geldt voor bedrijven en instellingen die per jaar vanaf 50.000 kWh elektriciteit of 25.000 m³ aardgas (of een equivalent daarvan) verbruiken. Het is voor hen verplicht om energiebesparende maatregelen te nemen met een terugverdientijd van vijf jaar of minder. De erkende maatregelenlijst (EML) is een officiële lijst van energiebesparende maatregelen die aan dit criterium voldoen. Er is weinig bekend over het benutte en onbenutte potentieel van de energiebesparingsplicht.

Tot voor kort was ook niet exact bekend bij uitvoeringsinstanties welke bedrijven en instellingen onder de plicht vallen. Vanaf 1 juli 2025 kunnen Omgevingsdiensten wel energiegebruiksgegevens ontvangen van de netbeheerders (Informatiepunt Leefomgeving, 2025).

Uit rapportages onder de informatieplicht blijkt dat ongeveer 20% van de toepasselijke maatregelen (nog) niet is uitgevoerd (CE Delft, 2025), maar ruim de helft van de instanties waarvoor de plicht geldt, heeft geen rapportage ingediend. Waarschijnlijk ligt het onbenutte percentage dus hoger. We werken met een range van 20-50% onbenut potentieel. Het besparingspotentieel in heel Nederland is in 2021 door TNO (2021) berekend. Als we dat vertalen naar de MRA kan er in de utiliteitssector nog tussen 4 en 12 miljoen m^3 aardgas (= 130-400 TJ) en 62 tot 155 miljoen kWh (= 220-560 TJ) elektriciteit bespaard worden.

Vanaf 2027 wordt de terugverdientijd voor verplichte energiebesparende maatregelen verhoogd van 5 naar 7 jaar. RVO heeft berekend dat met deze extra maatregelen in Nederland 8,2 PJ extra kan worden bespaard, bovenop de 26 PJ die ingeschat is voor de huidige verplichte maatregelen met een terugverdientijd van 5 jaar (RVO, 2024). Dat is een toename van 31,5%. Als deze toename binnen de MRA evenredig is, kan er 210 tot 530 TJ extra bespaard worden.

In totaal kan **630 tot 1.600 TJ bespaard** worden met deze maatregel.

2.3.5 Verwarming lager zetten bij utiliteitsgebouwen

Net als bij woningen kan in utiliteitsgebouwen de verwarming mogelijk lager gezet worden. Bedrijven en overheden moeten echter wel voldoen aan Arbo-regels. Daarin wordt niet bepaald hoe hoog de verwarming moet staan, maar alleen dat de temperatuur niet nadelig mag zijn voor de gezondheid van de werknemer (Arboportaal, n.d.). Er is geen data beschikbaar over hoe hoog de verwarming staat bij bedrijven en overheden. We nemen aan dat 75% van de utiliteitsgebouwen de verwarming lager kan zetten en daarbij een voldoende comfortniveau behouden. Zoals beschreven in paragraaf 2.2.4 kan 7,5% energie bespaard worden door de verwarming 1°C te verlagen, en 15% bij 2°C. Het aardgasverbruik van de utiliteitssector was 11.880 TJ. Bij een verlaging van de temperatuur van 1°C, kan **470 TJ** bespaard worden, en bij een verlaging van 2°C **930 TJ.** Het is echter onzeker in hoeverre het mogelijk is om de temperatuur dusdanig te verlagen.

2.4 Mobiliteit

2.4.1 Snelheidsverlaging

Door de maximumsnelheid op wegen waar 100 km/u is toegestaan te verlagen naar 80 km/u, kan het brandstofverbruik van voertuigen worden verminderd. Dit leidt tot energiebesparing en een afname van de uitstoot van CO_2 en luchtverontreinigende stoffen. De omvang van de besparing is onder andere afhankelijk van het aantal gereden kilometers op deze wegen en de naleving van de maximumsnelheid.

We hebben het potentieel voor de MRA berekend met het CEREM-model. In 2030 kan een snelheidsverlaging van 100 km/u naar 80 km/u een besparing van **4.050 TJ** aan transportbrandstoffen realiseren.

2.4.2 Modal shift voor woon-werkverkeer

Modal shift voor woon-werkverkeer richt zich op het stimuleren van werknemers om vaker de fiets of het openbaar vervoer te gebruiken in plaats van de auto. Dit kan worden bereikt door het fietscomfort te verbeteren, parkeernormen te verlagen, openbaar vervoer aantrekkelijk te maken en fietsvergoedingen te verstrekken. Door de verschuiving van auto naar fiets en ov neemt het aantal autokilometers af, wat leidt tot energiebesparing.

Op basis van de berekeningen met het CEREM-model kan in de MRA in 2030 **3.455 TJ** bespaard worden door een combinatie van fietsvergoeding/werkgeversaanpak, fietscomfort verhogen, ov aantrekkelijk maken en parkeernormen te verlagen.

2.4.3 Logistieke hubs

Logistieke hubs richten zich op het bundelen van goederenstromen aan de rand van stedelijke gebieden. Goederen worden hier verzameld en overgeladen, zodat leveringen efficiënter kunnen worden uitgevoerd met beter beladen voertuigen. Hierdoor zijn minder transportbewegingen en voertuigkilometers nodig voor de stadsdistributie, wat kan leiden tot een lager brandstofverbruik en energiebesparing.

Ook deze maatregel hebben we gemodelleerd met het CEREM-model. In 2030 levert dit **244 TJ** op aan brandstofverbruik in de MRA.

Inhoud

3 Wettelijk verplicht potentieel



Er gelden al verschillende wettelijke verplichtingen voor energiebesparing. Een deel van de twaalf onderzochte maatregelen draagt bij aan het voldoen aan deze verplichtingen. Vooral bedrijven en overheden zijn wettelijk verplicht om veel van deze maatregelen al geheel of gedeeltelijk uit te voeren. Met de onderzochte maatregelen kan de MRA een evenredige bijdrage leveren aan de Europese doelstelling uit de Energy Efficiency Directive (EED) om in 2030 11,7% minder energie te gebruiken.

3.1 Inleiding

In Hoofdstuk 2 hebben we het maximaal haalbare potentieel bepaald van twaalf maatregelen: circa 16.000 TJ tot 19.000 TJ tot en met 2030 op een huidig energieverbruik van 126.000 TJ. In dit hoofdstuk plaatsen we dit potentieel in de context van het overkoepelende beleid en de wettelijke verplichtingen die op deze maatregelen van toepassing zijn.

Een deel van de maatregelen is al wettelijk verplicht of draagt bij aan het voldoen aan wettelijke verplichtingen. Dit geldt voor bewoners, bedrijven en overheden. Voor mobiliteit gelden geen gerelateerde wettelijke verplichtingen.

3.2 Overkoepelend kader: Europese richtlijn energie-efficiëntie

In de Europese richtlijn voor energie-efficiëntie (EED) is de verplichting opgenomen voor lidstaten om in 2030 11,7% minder eindenergie te gebruiken dan in 2020. Nederland heeft deze besparingsverplichting vertaald in nationaal beleid, waarvan de verplichtingen in de gebouwde omgeving die wij in dit hoofdstuk bespreken onderdeel zijn.

De twaalf maatregelen in deze studie leveren samen circa 13% besparing op in 2030 ten opzichte van het huidige (2024) verbruik. Dat is meer dan het EED-doel. De EED rekent echter ten opzichte van het verbruik in 2020, terwijl wij rekenen ten opzichte van 2024. Ook nemen wij de industriesector niet mee. We kunnen echter concluderen dat het met deze twaalf maatregelen mogelijk is om in de sectoren woningen, bedrijven en overheden en mobiliteit in de MRA effectief bij te dragen aan het EED-doel.

3.3 Bewoners

Maatregelen bij bewoners zijn grotendeels vrijwillig: waterzijdig inregelen en de verwarming op 19°C zetten, zijn niet verplicht. Voor twee maatregelen geldt echter breder overheidsbeleid met een meer verplichtend karakter.

3.3.1 Isoleren van woningen

Het Rijk heeft in het Nationaal Isolatieprogramma (NIP) het doel vastgesteld om tussen 2022 en 2030 in totaal 2,5 miljoen woningen te isoleren. De minister van VRO geeft aan dat er nog een flinke versnelling nodig is om dat doel te halen (Minister van VRO, 2026). Dit is weliswaar geen wettelijke verplichting, maar wel vastgesteld beleid. In paragraaf 2.2.2 hebben we bepaald dat circa 510.000 woningen nog geïsoleerd moeten worden in de MRA en dat 10% daarvan haalbaar is tot en met 2030. Dat draagt zodoende circa 2% bij aan het doel van het Nationaal Isolatieprogramma. Vanuit dit programma gezien is deze bijdrage zeker nodig en waarschijnlijk onvoldoende om het nationale doel te halen.

3.3.2 Warmtepompen

Het Kabinet heeft aangekondigd dat hybride warmtepompen of beter vanaf 2029 verplicht worden als de cv-ketel wordt vervangen in gebieden waar geen warmtenet is voorzien (Rijksoverheid, 2026).

De verplichting overlapt met de maatregel om all-electric warmtepompen te plaatsen. Jaarlijks worden er ruim 400.000 cv-ketels verkocht (Vereniging voor Duurzame Warmte, 2026) en zijn er dus vervangingsmomenten. In de MRA zullen dit er circa 60.000 per jaar zijn. Niet in al deze gevallen geldt de plicht, want er zijn verschillende uitzonderingen. Zo worden gebieden waar binnen 10 jaar een warmtenet komt uitgezonderd en worden naar verwachting ook appartementen en monumenten uitgezonderd. De verplichting geldt pas vanaf 2029 en geldt voor hybride warmtepompen.

Met de maatregel die we in deze studie meenemen, gaan we dus nog een stap verder. Met all-electric warmtepompen kan echter ook aan de plicht worden voldaan.

3.4 Bedrijven en overheden

Bedrijven en overheden hebben met name te maken met verplichtingen die te maken hebben met de gebouwschil. Daarnaast hebben ze te maken met de energiebesparingsverplichting. Daar gaan we hieronder op in.

3.4.1 Isoleren van bedrijven naar LT-ready

We hebben de energiebesparing uitgerekend als bedrijven en overheden isoleren naar LT-ready. Voor bedrijven en overheden zijn er verschillende verplichtingen die ook aanzetten tot isoleren:

- Isolatie van muren, daken en vloeren is verplicht bij renovatie waarbij minimaal 25% van de integrale gebouwschil wordt gewijzigd of vergroot op basis van het BBL en bouwbesluit (Informatiepunt Leefomgeving, n.d.). Hoeveel panden hierdoor jaarlijks worden geïsoleerd, is niet landelijk geregistreerd.
- Vanaf 1 januari 2023 moet een kantoorgebouw minimaal energielabel C hebben. Nog niet alle kantoren voldoen aan deze plicht. Landelijk heeft 4% van de kantooroppervlakte nog label D of slechter en 12% van de kantooroppervlakte heeft nog geen label (RVO, 2026a).
- Daarnaast is aangekondigd dat utiliteitsgebouwen vanaf 2030 minimaal label D moeten hebben. Energielabels E, F en G worden dus uitgefaseerd. Naar verwachting mogen utiliteitsgebouwen vanaf 2033 ook geen label D meer hebben. Dit is onderdeel van de implementatie van de EPBD-IV (RVO, 2026b).

3.4.2 Volledig uitvoeren erkende maatregelenlijst energiebesparingsplicht

De erkende maatregelenlijst zoals beschreven in paragraaf 2.3.4 is volledig verplicht. De huidige verplichting van maatregelen met een terugverdientijd tot en met 5 jaar volledig naleven én de uitbreiding in 2027 naar 7 jaar levert tussen de 876 TJ en 2191 TJ op.

3.5 Mobiliteit

Voor de meegenomen maatregelen voor mobiliteit gelden geen wettelijke verplichtingen. Bij het bepalen van het potentieel voor snelheidsverlaging is juist uitgegaan van aanpassing van de wettelijke maximum snelheden. Ook voor modal shift en logistieke hubs zijn er geen relevante wettelijke verplichtingen.

4 Conclusies en aanbevelingen



Met de onderzochte maatregelen kan tot en met 2030 ongeveer één achtste van het energieverbruik worden bespaard. Met name besparing op aardgas heeft veel potentieel. De mogelijkheden om tot en met 2030 energie te besparen, worden echter sterk ingeperkt door beperkte beschikbaarheid van installateurs en door netcongestie. Op langere termijn zijn aanzienlijk grotere besparingen mogelijk.

We adviseren daarom om zo snel mogelijk te beginnen met de uitvoering van verduurzamingsmaatregelen en de beschikbare uitvoeringscapaciteit volledig te benutten. Daarbij is het wenselijk om prioriteit te geven aan maatregelen die op korte termijn kunnen worden uitgevoerd.

De berekende besparingsmogelijkheden zijn globale inschattingen. Bovendien is over verschillende maatregelen nog onvoldoende bekend om de mogelijke besparingen nauwkeurig te kunnen bepalen. We adviseren daarom om hier nader onderzoek naar te doen.

4.1 Conclusies

Er is veel potentieel voor energiebesparing

Met de twaalf doorgerekende maatregelen kan in de MRA tot en met 2030 circa 16.000 tot 19.000 TJ worden bespaard op een huidig energieverbruik van 126.000 TJ; dit is ongeveer één achtste tot één zesde van het verbruik.
De grootste bijdragen komen uit de mobiliteitssector (snelheidsverlaging: circa 4.050 TJ, en modal shift voor woon-werkverkeer: circa 3.180 TJ) en uit de gebouwde omgeving (all-electric warmtepompen bij woningen: circa 1.940-2.570 TJ, en isolatie van woningen: circa 1.210 TJ). Ook maatregelen die weinig investering vragen, zoals waterzijdig inregelen (circa 520-650 TJ) en de verwarming op 19°C zetten (circa 470-510 TJ), leveren samen een substantiële besparing op.

Met name isoleren bij bewoners en bedrijven en overheden en all-electric warmtepompen hebben in totaal een veel groter theoretisch potentieel dan dat tot en met 2030 gerealiseerd kan worden. De beschikbaarheid van installateurs beperkt de snelheid waarmee het potentieel verzilverd kan worden. Als de capaciteit van installateurs gelijk blijft, kan het gasverbruik in 2040 met circa 50% afnemen door de isolatie van woningen voort te zetten en over te stappen op all-electric warmtepompen.

Met name aardgasgebruik kan sterk gereduceerd worden

Van alle energiedragers is het potentieel bij aardgas het grootst. Met de doorgerekende maatregelen kan tot en met 2030 circa 7.000 TJ aan gas worden bespaard op een huidig gasverbruik van 41.000 TJ: een reductie van circa 20%, oftewel één vijfde. Bij de transportbrandstoffen is een besparing van circa 16% mogelijk. Het elektriciteitsverbruik daalt daarentegen maar beperkt; door elektrificatie met all-electric warmtepompen neemt het zelfs toe. Dat is onvermijdelijk en gewenst – elektriciteit is een efficiënte energiedrager die CO_2-vrij gemaakt kan worden – maar maakt efficiënt gebruik van elektriciteit extra belangrijk om het net te ontzien.

Op de langere termijn kan het gasverbruik in de gebouwde omgeving volledig naar nul. In 2040 zou het met isolatie en all-electric warmtepompen gehalveerd kunnen zijn. Ook na 2030 is het potentieel van deze maatregelen dus aanzienlijk groter dan wat tot 2030 haalbaar is.

Beperkte arbeidsmarkt en netcongestie

Het potentieel van een aantal energiebesparingsmaatregelen met veel theoretisch potentieel wordt sterk beperkt voor 2030 door de beschikbaarheid van installateurs. Daarnaast is ook netcongestie een beperkende factor. Hiermee wordt het totale potentieel niet kleiner, maar het tempo waarmee het verzilverd kan worden is wel begrensd. Het is daarom van belang om jaarlijks wel het potentieel te benutten en geen tijdelijke dips in de vraag naar installateurs te laten ontstaan, bijvoorbeeld door veranderend beleid. Onbenutte capaciteit kan later immers niet zomaar ingehaald worden en het risico bestaat dat installateurs overstappen naar andere sectoren.

4.2 Aanbevelingen

Begin zo snel mogelijk en benut de uitvoeringscapaciteit volledig

Het realiseren van energiebesparing kost tijd. Elke woning die niet wordt geïsoleerd en elke warmtepomp die niet wordt geplaatst, schuift het potentieel verder op. Benut de beschikbare installateurscapaciteit jaarlijks volledig en zorg met stabiel beleid voor een structureel hoge vraag, zodat het aanbod van installateurs op peil blijft en zo veel mogelijk energiebesparingspotentieel wordt benut.

Voer zo veel mogelijk maatregelen uit met grote impact en korte doorlooptijd

Snelheidsverlaging (circa 4.050 TJ) en modal shift bij woon-werkverkeer (circa 3.180 TJ) zijn relatief snel te realiseren en vragen geen installateurscapaciteit. Waterzijdig inregelen en de verwarming op 19°C zijn goedkoop en snel uitvoerbaar. Hoewel hier ook de beschikbaarheid van goed opgeleid personeel en de uitdaging om gedragsverandering te realiseren een rol spelen. Combineer deze met maatregelen (isolatie, warmtepompen) die minder snel gerealiseerd kunnen waar elke vroeg gestarte installatie zich na 2030 doorzet.

Doe meer onderzoek naar technieken waar weinig over bekend is

Voor waterzijdig inregelen, koelvraagvermindering (zonwering, witte daken) en passief koelen in bedrijfspanden is de kennisbasis beperkt en de onzekerheid groot. De eerste inschattingen laten zien dat het potentieel significant kan zijn; gericht onderzoek maakt deze maatregelen beter kwantificeerbaar en uitvoerbaar. Ook de effectiviteit van gedragsmaatregelen en de invulling van het groeiende elektriciteitsverbruik door ICT (buiten de reikwijdte van deze studie) verdienen nader onderzoek.

Colofon

Delft, CE Delft, november 2026
Deze publicatie is geschreven door:
Suzanne Breman, Simone Tanis en Stijn de Boer

Publicatienummer: 26.260449.161

Opdrachtgever: Actienetwerk GasTerug

Deze publicatie is tot stand gekomen in opdracht van Stichting Actienetwerk GasTerug en is gefinancierd door de Metropoolregio Amsterdam

In dit rapport is mogelijk generatieve AI gebruikt als hulpmiddel bij het genereren, analyseren of structureren van tekstuele inhoud. Alle inhoud is zorgvuldig gecontroleerd op juistheid en volledigheid. De inhoud voldoet aan de geldende wet- en regelgeving, zoals AVG en auteursrechten.

Alle openbare CE-publicaties zijn verkrijgbaar via www.ce.nl
© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft – Committed to the Environment
CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al sinds 1978 werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.

Referenties

Afink, G. J. (2000). *Waterzijdig inregelen van verwarmingssystemen in woningen: inregelmethoden*. https://repository.tno.nl/SingleDoc?docId=14675

Arboportaal. (n.d.). *Wat zegt de wet over werken in de warmte?* Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid. https://www.arboportaal.nl/onderwerpen/fysische-factoren/warmte/wat-zegt-de-wet

CE Delft. (2023). *Potentietool van het regionaal mobiliteitsprogramma (RMP)*. Provincie Noord-Holland. https://geoapps.noord-holland.nl/dashboards/2023_003_RMP.htm

CE Delft. (2025). *Evaluatie energiebesparingsplicht*.

DNE Research. (2026). *2026 Nationaal Warmtepomp Trendrapport*.

Fennema, E., & Caanen, J. (2019). *Besparingspotentieel van waterzijdig inregelen van CV-systemen*.

HIER. (2024). *Waterzijdig inregelen van radiatoren: een praktische handleiding*. HIER. https://www.hier.nu/een-slimme-aanpak-voor-collectief-energie-besparen/waterzijdig-inregelen-een-praktische-handleiding#achtergrondinformatie-kennis-van-waterzijdig-inregelen-verloren-gegaan

IEA. (2025). *Energy efficiency 2025 - Transport*. IEA. https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2025/transport

Informatiepunt Leefomgeving. (2025). *Energiegegevens van netbeheerders ontvangen nu juridisch mogelijk*. IPLO. https://iplo.nl/thema/energiebesparing/nieuws-energiebesparing/2025/energiegegevens-netbeheerders-ontvangen-juridisch/

Informatiepunt Leefomgeving. (n.d.). *Ingrijpende renovatie in het Bbl*. https://iplo.nl/regelgeving/regels-voor-activiteiten/technische-bouwactiviteit/verbouw/ingrijpende-renovatie/

KlimaatHelpdesk. (2021). *Hoeveel energie en CO_2 bespaar ik als ik de verwarming wat lager zet?* https://www.klimaathelpdesk.org/answers/hoeveel-energie-en-co2-bespaar-ik-als-ik-de-verwarming-wat-lager-zet/

Koene, F., Bakker, L., & Rijken, M. (2025). *Verkenning energiebesparing door energiefixers*. https://publications.tno.nl/publication/34645264/0vkvb78S/TNO-2025-R12132.pdf

Levinson, R., & Akbari, H. (2010). Potential benefits of cool roofs on commercial buildings: conserving energy, saving money, and reducing emission of greenhouse gases and air pollutants. *Energy Efficiency*, *2010*(3), 53-109. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s12053-008-9038-2

Milieu Centraal. (lopend-a). *Gemiddeld energieverbruik*. https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/inzicht-in-je-energierekening/gemiddeld-energieverbruik/

Milieu Centraal. (lopend-b, 30-10-2024). *Volledige elektrische warmtepomp*. Milieu centraal. https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/duurzaam-verwarmen-en-koelen/volledige-warmtepomp/

Minister van VRO. (2026). *Kamerbrief Nationaal Isolatieoffensief en Energiehuis, 22 juni 2026*. https://open.overheid.nl/details/b4efacae-e886-4158-b817-abf45252dc89

NVDE. (2025). *Position Paper Waterzijdig Inregelen*. https://www.nvde.nl/wp-content/uploads/2025/07/Position-Paper-Waterzijdig-Inregelen.pdf

Oleson, K. W., Bonan, G. B., & Feddema, J. (2010). Effects of white roofs on urban temperature in a global climate model. *Geophysical Research Letters*, *37*(3). https://doi.org/https://doi.org/10.1029/2009GL042194
PBL. (2023). *Referentieverbruik warmte woningen*. https://www.pbl.nl/publicaties/referentieverbruik-warmte-woningen
Regionale Klimaatmonitor. (lopend). *Regionale Klimaatmonitor*. Rijksoverheid. https://klimaatmonitor.databank.nl/home
Rijksoverheid. (2026). *Slimme en hybride warmtepompen vanaf 2029 de nieuwe standaard*. https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2026/10/07/slimme-en-hybride-warmtepompen-vanaf-2029-de-nieuwe-standaard
Rol, M., & Willems, E. (2026). *De besparing van waterzijdig inregelen in de praktijk*. https://diensten.regionaalenergieloket.nl/wp-content/uploads/2026/07/Onderzoeksrapport-waterzijdig-inregelen.pdf
RVO. (2024). *Memo Energiebesparingspotentieel terugverdientijd 7 jaar*. https://open.overheid.nl/documenten/1e4111ee-04da-49a1-9d00-323bb831979f/file
RVO. (2026a). *Energielabel C Kantoren*. https://www.rvo.nl/onderwerpen/wetten-en-regels-gebouwen/energielabel-c-kantoren
RVO. (2026b). *Minimum energieprestatieniveaus utiliteitsgebouwen EPBD IV*. https://www.rvo.nl/onderwerpen/wetten-en-regels-gebouwen/energieprestatieniveausEPBDIV
Schöne, S. (2025). *Waterzijdig inregelen niet gebaat bij dure aanpak installatiebranche*. https://www.energiepodium.nl/artikel/waterzijdig-inregelen-niet-gebaat-bij-dure-aanpak-installatiebranche
Stroomversnelling. (2026). *Kansen achter de meter*. https://open.overheid.nl/details/82d81b30-0ef1-486f-ab73-057b10bef413
TNO. (2008). *Buitenzonwering en energiebesparing op verwarmen en koelen*. https://vmrg.nl/application/files/5915/4453/5552/TNO_tot_1aug2011.pdf
TNO. (2021). *Verwachte effecten van de energiebesparingsplicht uit de Wet milieubeheer* (Besparingspotentieel Wet milieubeheer, Issue. https://publications.tno.nl/publication/34638001/2jkXMi/TNO-2020-P11691.pdf
Vereniging eigen huis. (2022). *Uitdagingen voor VvE's*.
Vereniging voor Duurzame Warmte. (2026). *Doelstelling van 1 miljoen hybride warmtepompen nog niet in zicht*. https://verenigingduurzamewarmte.nl/doelstelling-van-1-miljoen-hybride-warmtepompen-nog-niet-in-zicht/