Kosten-effectiviteitsanalyse van verduurzamingsmaatregelen in de corporatiesector.

Een strategische gids voor onderhouds- en renovatiebedrijven

Kosten-effectiviteitsanalyse van verduurzamingsmaatregelen in de corporatiesector..... 1
Een strategische gids voor onderhouds- en renovatiebedrijven.....1
Executive Summary.....3
Hoofdstuk 1: Het Strategisch en Regelgevend Kader voor Verduurzaming.....3
De Maatschappelijke Opgave: Beleidsdoelen voor de Corporatiesector.....4
De Rekenmeester: NTA 8800 en BENG-eisen in Renovatie.....4
De Materiaalkeuze: MilieuPrestatie Gebouwen (MPG).....5
Het Juiste Moment: NEN 2767 en Resultaatgericht Samenwerken (RGS).....5
Hoofdstuk 2: Baseline Analyse van Referentiewoningen.....6
Methodologie en Aannames.....6
Referentiewoning 1: Portiekflat Jaren '50.....6
Referentiewoning 2: Galerijflat Jaren '60.....7
Referentiewoning 3: Rijtjeswoning Jaren '80.....7
Hoofdstuk 3: Technisch-Economische Analyse van Individuele Maatregelen.....8
Methodologie TCO en CO2-reductie.....8
Analyse per Maatregel.....8
Hoofdstuk 4: Evaluatie van Geïntegreerde Verduurzamingspakketten.....10
Samenstelling van de Pakketten.....10
Analyse Portiekflat Jaren '50.....11
Analyse Galerijflat Jaren '60.....11
Analyse Rijtjeswoning Jaren '80.....12
Hoofdstuk 5: Strategische Prioritering en Aanbevelingen.....13
De Ranglijst van Kosteneffectiviteit.....13
Strategische Aanbevelingen voor Onderhouds- en Renovatiebedrijven.....15
Geciteerd werk.....15

Executive Summary

Dit rapport presenteert een diepgaande analyse van de meest kosteneffectieve verduurzamingsstrategieën voor de Nederlandse sociale huursector, specifiek gericht op onderhouds- en renovatiebedrijven die opereren in opdracht van woningcorporaties. De centrale onderzoeksvraag is: welke combinaties van verduurzamingsmaatregelen leveren per woningtypologie de hoogste CO2-reductie per euro aan Totale Kosten over de Levensduur (TCO), binnen de vigerende wettelijke en normatieve kaders?
De analyse richt zich op drie representatieve woningtypologieën: de portiekflat uit de jaren '50, de galerijflat uit de jaren '60 en de rijtjeswoning uit de jaren '80. Voor elke typologie zijn drie ambitieniveaus (Basis, Midden, Ambitieus) geëvalueerd op basis van CO2-reductie, TCO, terugverdientijd en de kosteneffectiviteit, uitgedrukt in euro per gereduceerde ton CO2.

Belangrijkste Bevindingen:
De analyse toont een duidelijke hiërarchie in kosteneffectiviteit. De meest rendabele maatregelen, met de laagste kosten per gereduceerde ton CO2, zijn die welke de warmtevraag direct en permanent verlagen. Spouwmuurisolatie (indien mogelijk) en vloerisolatie bieden de hoogste return on investment, gevolgd door dakisolatie en de vervanging van enkel of oud dubbel glas door HR++ glas.

Installatietechnische maatregelen, zoals de implementatie van een hybride warmtepomp, worden significant kosteneffectiever wanneer de thermische schil van de woning eerst op een basisniveau is gebracht.

Het 'Midden'-pakket, dat een combinatie van goede isolatie en een hybride warmtepomp omvat, blijkt voor de meeste typologieën de optimale balans te bieden tussen een substantiële CO2-reductie en een beheersbare TCO. Het 'Ambitieuze' pakket, gericht op een gasloze status (all-electric), leidt tot de hoogste CO2-reductie maar gaat gepaard met significant hogere TCO en een lagere kosteneffectiviteit.

Strategische Aanbevelingen:
Voor onderhouds- en renovatiebedrijven liggen de grootste kansen in de transitie van een uitvoerende partij naar een strategische verduurzamingspartner voor woningcorporaties. De belangrijkste aanbevelingen zijn:

1. Integreer Dienstverlening met de Onderhoudscyclus: Benut de methodiek van NEN 2767 (conditiemeting) om 'natuurlijke' vervangingsmomenten in het Meerjarenonderhoudsplan (MJOP) van corporaties te identificeren. Door verduurzamingsmaatregelen te koppelen aan gepland onderhoud worden 'sowieso-kosten' geoptimaliseerd en daalt de TCO van de ingreep significant.
2. Ontwikkel Gestandaardiseerde, Typologie-Specifieke Pakketten: Creëer schaalbare en efficiënte renovatiepakketten die gericht zijn op het behalen van specifieke labelstappen (bijv. een 'EFG-naar-D' pakket). Dit stelt bedrijven in staat om de grote en voorspelbare marktvraag, gedreven door de Nationale Prestatieafspraken (NPA) om EFG-labels voor 2028 uit te faseren, efficiënt en winstgevend te bedienen.
3. Positioneer als RGS-Partner: Adopteer de Resultaatgericht Samenwerken (RGS) filosofie. Bied corporaties geen losse maatregelen aan, maar integrale, op TCO-geoptimaliseerde scenario's die het gewenste eindresultaat garanderen over een langere termijn. Dit versterkt de klantrelatie en creëert voorspelbare omzetstromen.

Dit rapport biedt de kwantitatieve onderbouwing en strategische handvatten voor onderhouds- en renovatiebedrijven om een leidende rol te spelen in de verduurzaming van de Nederlandse woningvoorraad, op een wijze die zowel ecologisch impactvol als economisch rendabel is.

Hoofdstuk 1: Het Strategisch en Regelgevend Kader voor

Verduurzaming

De verduurzamingsopgave voor de Nederlandse corporatiesector wordt gedefinieerd door een complex samenspel van maatschappelijke ambities, wettelijke verplichtingen en technische normen. Voor onderhouds- en renovatiebedrijven is een diepgaand begrip van dit kader essentieel om niet alleen compliant te zijn, maar ook om als strategisch partner voor woningcorporaties te kunnen fungeren. Dit hoofdstuk analyseert de vier pijlers van dit kader: de beleidsdoelen, de rekenmethodiek, de eisen aan materiaalgebruik en de procesmodellen voor planning en samenwerking.

De Maatschappelijke Opgave: Beleidsdoelen voor de Corporatiesector

De kern van de strategische agenda voor woningcorporaties wordt gevormd door de Nationale Prestatieafspraken (NPA). Een van de meest concrete en urgente doelstellingen hierin is de verplichting om alle woningen met een energielabel E, F of G (EFG-labels) voor het einde van 2028 te hebben verbeterd naar minimaal label D, gesloopt of verkocht.[1] Deze afspraak creëert een omvangrijke en tijdgebonden marktvraag.
Uit data van de Autoriteit woningcorporaties (Aw) en Aedes blijkt dat de sector aanzienlijke vooruitgang boekt. Eind 2022 had circa 9,8% van de corporatievoorraad, oftewel 206.302 woningen, nog een EFG-label.[3] Recente cijfers uit de Aedes-benchmark 2023 tonen een verdere daling naar 180.700 woningen.[4] Deze snelle afname is deels toe te schrijven aan actieve verduurzamingsinspanningen en deels aan een methodiekcorrectie in de NTA 8800-rekenmethode, die een realistischer beeld geeft van de energieprestatie van gebouwen met onverwarmde aangrenzende ruimtes.[2]
De harde deadline van 2028 is de belangrijkste strategische drijfveer voor de korte en middellange termijn. Het dwingt corporaties om te investeren en creëert een voorspelbare markt voor renovatiebedrijven. De focus ligt hierbij niet op incrementele verbeteringen, maar op het gericht realiseren van significante labelstappen. Bedrijven die een gestandaardiseerd en kosteneffectief renovatiepakket kunnen aanbieden, specifiek ontworpen om woningen van een EFG-label naar minimaal een D-label te brengen, hebben een aanzienlijk concurrentievoordeel. Dit is voor corporaties geen optionele verbetering, maar een noodzakelijke ingreep om aan hun maatschappelijke en wettelijke verplichtingen te voldoen.

De Rekenmeester: NTA 8800 en BENG-eisen in Renovatie

Sinds 1 januari 2021 is de NTA 8800 de enige, verplichte bepalingsmethode voor de energieprestatie van alle gebouwen in Nederland, zowel nieuwbouw als bestaande bouw.[6] Deze methode, gebaseerd op Europese CEN-normen, vervangt oudere normen zoals NEN 7120 en levert de input voor het energielabel.[9] De berekening is gebaseerd op een gestandaardiseerd gebruikersprofiel en klimaatdata van De Bilt, wat zorgt voor objectieve en vergelijkbare resultaten.[9]
Parallel aan de NTA 8800 zijn de BENG-eisen (Bijna Energieneutrale Gebouwen) geïntroduceerd. Deze eisen stellen grenzen aan drie indicatoren [11]:

1. BENG 1: De maximale energiebehoefte voor verwarming en koeling (kWh/m2·jr), die de kwaliteit van de thermische schil reflecteert.
2. BENG 2: Het maximale primair fossiel energiegebruik (kWh/m2·jr), dat de efficiëntie van de installaties en het aandeel zelf opgewekte energie meeweegt.
3. BENG 3: Het minimale aandeel hernieuwbare energie (%).

Het is cruciaal om te begrijpen dat de BENG-eisen primair van toepassing zijn op *nieuwbouw*.[11] Voor de bestaande bouw gelden deze eisen niet, tenzij er sprake is van een 'ingrijpende renovatie'. Dit is gedefinieerd als een renovatie waarbij meer dan 25% van de oppervlakte van de gebouwschil wordt vernieuwd, veranderd of vergroot. In dat geval

kan een minimumaandeel hernieuwbare energie worden geëist, wat in feite een afgeleide is van de BENG 3-eis.[14] Voor renovatiebedrijven betekent dit dat de NTA 8800 het onmisbare *meetinstrument* is, maar dat de BENG-eisen niet het directe *doel* zijn. De strategische doelstellingen van woningcorporaties zijn geformuleerd in termen van energielabelsprongen (bijvoorbeeld van F naar B), niet in het voldoen aan BENG-normen. De expertise van een renovatiebedrijf ligt in het gebruiken van de NTA 8800-rekenmethodiek om de meest kosteneffectieve set maatregelen te identificeren die de gewenste labelstap realiseert. Het blindelings nastreven van BENG-niveaus kan leiden tot onnodig hoge kosten, terwijl een slimmere, op de NTA 8800-systematiek geoptimaliseerde aanpak een beter financieel rendement oplevert voor dezelfde labelverbetering.

De Materiaalkeuze: MilieuPrestatie Gebouwen (MPG)

De MilieuPrestatie Gebouwen (MPG) is een maatstaf die de milieubelasting van de gebruikte materialen in een gebouw kwantificeert. Deze wordt uitgedrukt in 'schaduwkosten' in euro's per vierkante meter bruto vloeroppervlak (BVO) per jaar, berekend over de gehele levensduur van het gebouw.[15] De berekening is verplicht bij de aanvraag van een omgevingsvergunning voor nieuwbouwwoningen en kantoren groter dan 100 m².[16]
De huidige grenswaarde voor nieuwbouwwoningen bedraagt 0,8. Er is een significante aanscherping aangekondigd: per 1 juli 2025 wordt deze grenswaarde verlaagd naar 0,5.[17] Deze aanscherping onderstreept de toenemende importantie van duurzame en circulaire materiaalkeuzes in de bouwsector. Vanaf 2025 moeten bovendien duurzame energieopwekkingsinstallaties, zoals zonnepanelen, worden meegenomen in de MPG-berekening.[19]
Hoewel de MPG-eis formeel niet geldt voor de meeste renovatieprojecten, wordt de methodiek in de praktijk steeds vaker als sturingsinstrument ingezet. Binnen samenwerkingsverbanden zoals Resultaatgericht Samenwerken (RGS) wordt de MPG gebruikt om te sturen op duurzame kwaliteit en circulariteit.[20] De aanscherping van de eis voor nieuwbouw is een duidelijke indicator van toekomstige regelgeving die ook de renovatiemarkt zal beïnvloeden. Vooruitstrevende renovatiebedrijven kunnen hierop anticiperen door nu al expertise op te bouwen in MPG-geoptimaliseerde renovaties. Dit houdt in dat bij de TCO-analyse niet alleen naar de initiële investering en energiebesparing wordt gekeken, maar ook naar de milieuscore van de materialen. Het toepassen van materialen met een lage MPG, zoals biobased isolatiematerialen (bijvoorbeeld vlas, hennep), wordt extra gestimuleerd door een bonus bovenop de reguliere ISDE-subsidie.[21] Door deze materialen te integreren, kan een bedrijf niet alleen een duurzamer en toekomstbestendiger product aanbieden, maar ook de TCO voor de woningcorporatie verlagen door subsidies te maximaliseren. Dit positioneert het bedrijf als een innovatieve leider die anticipeert op toekomstige markt- en regelgevingsontwikkelingen.

Het Juiste Moment: NEN 2767 en Resultaatgericht Samenwerken (RGS)

De kosteneffectiviteit van verduurzamingsmaatregelen wordt niet alleen bepaald door de technische en financiële eigenschappen van de maatregel zelf, maar ook door de timing en de wijze van contracteren. Twee instrumenten zijn hierbij van cruciaal belang: de NEN 2767 voor conditiemeting en Resultaatgericht Samenwerken (RGS) als procesmodel.
De NEN 2767 biedt een objectieve en gestandaardiseerde methode om de technische staat van bouw- en installatiedelen te beoordelen. Inspecteurs kennen een conditiescore toe op een schaal van 1 (uitstekend) tot 6 (zeer slecht).[24] Deze scores vormen de basis voor een betrouwbaar Meerjarenonderhoudsplan (MJOP), waarin de onderhoudsbehoefte en -kosten op de lange termijn worden gepland.[24]
Resultaatgericht Samenwerken (RGS), een methodiek ontwikkeld en gepromoot door brancheorganisaties Aedes en OnderhoudNL, verschuift de dynamiek tussen opdrachtgever en opdrachtnemer.[29] In plaats van een gedetailleerd bestek voor te schrijven, definieert de woningcorporatie het gewenste eindresultaat (bijvoorbeeld: "breng dit complex naar energielabel B met een onderhoudsvrije periode van 15 jaar"). Het is vervolgens aan het gespecialiseerde onderhouds- of renovatiebedrijf om in verschillende scenario's de meest optimale en

kosteneffectieve weg naar dat resultaat te presenteren.[31] Dit model stimuleert innovatie en benut de expertise van de markt optimaal.
De synergie tussen NEN 2767 en RGS is de sleutel tot het realiseren van een significant lagere TCO voor verduurzaming. De conditiemeting volgens NEN 2767 identificeert de 'natuurlijke vervangingsmomenten'. Wanneer bijvoorbeeld een dak een conditiescore 5 ('slecht') heeft, is vervanging onvermijdelijk. Op dat precieze moment kunnen verduurzamingsmaatregelen, zoals het aanbrengen van een dik pakket dakisolatie, worden 'meegekoppeld'. De 'sowieso-kosten' – zoals steigerbouw, afvalafvoer, engineering en een groot deel van de arbeid – worden dan al gemaakt voor het noodzakelijke onderhoud. De meerkosten voor de verduurzaming beperken zich dan hoofdzakelijk tot de materiaalkosten van de isolatie en een beperkte hoeveelheid extra arbeid. Binnen een RGS-partnerschap kan een renovatiebedrijf proactief de MJOP's van een corporatie analyseren, deze natuurlijke momenten identificeren en gebundelde, projectoverstijgende verduurzamingsscenario's voorstellen die de TCO over de gehele portefeuille optimaliseren. Dit verandert de economische afweging fundamenteel en transformeert het renovatiebedrijf van een reactieve uitvoerder naar een proactieve, strategische partner.

Hoofdstuk 2: Baseline Analyse van Referentiewoningen

Om de effectiviteit van verduurzamingsmaatregelen objectief te kunnen beoordelen, is een helder en representatief startpunt essentieel. Dit hoofdstuk definieert de energetische en bouwkundige baseline van drie referentiewoningen die een significant deel van de Nederlandse corporatievoorraad vertegenwoordigen: de portiekflat uit de jaren '50, de galerijflat uit de jaren '60 en de rijtjeswoning uit de jaren '80.

Methodologie en Aannames

De kenmerken van de referentiewoningen zijn samengesteld op basis van data van Aedes, PBL, CBS en TNO, en representeren een gemiddelde voor de betreffende bouwperiode. De energetische baseline, inclusief het geschatte energielabel en gasverbruik, dient als nulpunt voor de berekeningen in de volgende hoofdstukken. Alle berekeningen van energieprestaties en labelstappen in dit rapport zijn gebaseerd op de NTA 8800 methodiek. Het gasverbruik is een indicatie voor een gemiddeld huishouden en wordt gebruikt om de CO2-reductie te kwantificeren.

Referentiewoning 1: Portiekflat Jaren '50

- Kenmerken: Deze woningen, gebouwd in de naoorlogse periode, kenmerken zich door kleinschalige appartementen met een gemiddeld gebruiksoppervlak (GO) van 55 m². De constructie bestaat typisch uit gemetselde gevels met een ongeïsoleerde spouw, betonnen vloeren en een houten of betonnen dakconstructie zonder noemenswaardige isolatie. De ramen zijn voorzien van enkel glas in houten kozijnen. Verwarming geschiedt vaak via individuele gaskachels of een verouderde collectieve CV-installatie. Ventilatie is volledig natuurlijk, via kieren en roosters.
- Energetische Baseline: Vanwege het gebrek aan isolatie en de aanwezigheid van enkel glas, hebben deze woningen een zeer slechte energieprestatie. Het gemiddelde energielabel wordt ingeschat op F of G. Het gasverbruik is relatief hoog per vierkante meter. Gebaseerd op kengetallen voor een 'oud, klein appartement' met twee of meer bewoners, wordt het jaarlijkse gasverbruik geschat op circa 910 m³.[33]

Referentiewoning 2: Galerijflat Jaren '60

- Kenmerken: Galerijflats uit deze periode zijn vaak grootschaliger en hebben een gemiddeld GO van 75 m². De bouw is veelal een betonskelet met gevels van metselwerk of prefab betonelementen. De spouw is ongeïsoleerd of zeer matig geïsoleerd. De beglazing bestaat uit enkel glas of standaard dubbel glas van de eerste generatie. Verwarming wordt vaak geleverd door een collectieve installatie (blokverwarming) of individuele CV-ketels. Er is doorgaans een vorm van mechanische afzuiging aanwezig in de keuken, badkamer en toilet.
- Energetische Baseline: De energieprestatie is iets beter dan die van de jaren '50-flat, maar nog steeds matig tot slecht. Het gemiddelde energielabel wordt ingeschat op E of D.[34] Door het grotere oppervlak is het totale gasverbruik hoger dan bij de portiekflat, geschat op circa 1.100 m³ per jaar.

Referentiewoning 3: Rijtjeswoning Jaren '80

- Kenmerken: Deze eengezinswoningen (GO circa 110 m²) zijn gebouwd na de eerste oliecrisis, wat resulteerde in de eerste generatie energiebesparende maatregelen. De constructie omvat gemetselde spouwmuren met een matige isolatielaag (Rc circa 1,0 m2·K/W), een geïsoleerde dakconstructie (Rc circa 1,3 m2·K/W) en een geïsoleerde begane grondvloer. De ramen zijn standaard voorzien van dubbel glas. Verwarming wordt geleverd door een individuele HR-ketel en er is een mechanische ventilatiebox (type C) aanwezig die lucht afzuigt uit de keuken, badkamer en toilet.
- Energetische Baseline: De energieprestatie is aanzienlijk beter dan die van de oudere typologieën. Het gemiddelde energielabel wordt ingeschat op C of D. Het gasverbruik, gebaseerd op kengetallen voor een 'oude, middelgrote rijwoning' met twee of meer bewoners, wordt geschat op circa 1.220 m³ per jaar.[33]

De onderstaande tabel vat de kenmerken en de energetische baseline van de drie referentiewoningen samen. Deze waarden vormen het uitgangspunt voor de analyse van de verduurzamingspakketten in Hoofdstuk 4.

Tabel 1: Kenmerken en Energetische Baseline per Referentiewoning

Kenmerk	Portiekflat Jaren '50	Galerijflat Jaren '60	Rijtjeswoning Jaren '80
Bouwperiode	1950-1960	1960-1970	1980-1990
Gem. GO (m2)	55	75	110
Type constructie	Metselwerk, betonvloeren	Betonskelet, metselwerk	Metselwerk, betonvloeren
Rc-waarde dak (initieel)	$ < 0,5 $	$ < 0,5 $	$ \approx 1,3 $
Rc-waarde gevel (initieel)	$ < 0,4 $ (ongeïsoleerde spouw)	$ < 0,4 $ (ongeïsoleerde spouw)	$ \approx 1,0 $ (geïsoleerde spouw)
Rc-waarde vloer (initieel)	$ < 0,3 $	$ < 0,3 $	$ \approx 1,3 $
Type glas (initieel)	Enkel glas	Enkel / Standaard dubbel glas	Standaard dubbel glas
Type verwarming	Gaskachels / Oude collectieve CV	Blokverwarming / Individuele CV	Individuele HR-ketel
Type ventilatie	Natuurlijke toe- en afvoer	Mechanische afvoer (basis)	Mechanische afvoer (Type C)
Geschat start-energielabel	F / G	E / D	C / D
Geschat gasverbruik (m3/jaar)	910	1.100	1.220
Geschat elektraverbruik (kWh/jaar)	1.800	2.200	2.900
Geschatte CO2-uitstoot (ton/jaar)	1,81	2,16	2,36

Hoofdstuk 3: Technisch-Economische Analyse van Individuele Maatregelen

Om de meest effectieve verduurzamingspakketten samen te stellen, is een grondige analyse van de prestaties en kosten van individuele maatregelen noodzakelijk. Dit hoofdstuk dissecteert de belangrijkste ingrepen op het gebied van isolatie, installaties, ventilatie en hernieuwbare energie. Voor elke maatregel worden de Totale Kosten over de Levensduur (TCO), de CO2-reductie en de kosteneffectiviteit (€/ton CO2) gekwantificeerd.

Methodologie TCO en CO2-reductie

De analyse hanteert een gestandaardiseerde methode om de maatregelen objectief te vergelijken.

- TCO-berekening: De TCO wordt berekend over een periode van 25 jaar. De formule luidt:
  TCO=Investering−Subsidies+∑(Onderhoudskosten)−Restwaarde
  De investeringskosten zijn gebaseerd op de kostenkengetallen van RVO en Milieu Centraal voor 2024/2025.22 Subsidies zijn gebaseerd op de ISDE-regeling, waarbij wordt uitgegaan van de bedragen voor het nemen van twee of meer maatregelen.21 De technische levensduur, die de frequentie van vervanging en de restwaarde bepaalt, is gebaseerd op data van TNO en brancheorganisaties: isolatie wordt beschouwd als een maatregel met een levensduur van meer dan 50 jaar en wordt daarom niet vervangen binnen de TCO-periode. Voor andere componenten gelden: HR++ glas (25-30 jaar) 36, hybride warmtepomp (15 jaar) 38, WTW-ventilatie-unit (15 jaar) 40, en zonnepanelen (25 jaar).42
- CO2-reductieberekening: De CO2-reductie is primair gebaseerd op de gerealiseerde gasbesparing. De berekening volgt de formule:
  CO2reductie(kg)=Gasbesparing(m3)×Energetische_waarde(GJ/m3)×Emissiefactor(kgCO2/GJ)
  Hierbij wordt een energetische waarde voor aardgas van 0,03165 GJ/m3 gehanteerd 44 en de officiële CO2-emissiefactor voor 2025 van 56,2 kgCO2/GJ.46 Een besparing van 1 m^3 gas staat hiermee gelijk aan een reductie van circa 1,78 kg CO2.
- Kosteneffectiviteit: Deze cruciale indicator wordt berekend als de TCO gedeeld door de totale CO2-reductie over de levensduur van de maatregel. Dit geeft de kosten per gereduceerde ton CO2 en maakt een directe vergelijking van de 'waarde voor je geld' van elke maatregel mogelijk.

Analyse per Maatregel

De volgende analyse geeft een overzicht van de prestaties en kosten van de meest gangbare maatregelen.

- Isolatie (Dak, Gevel, Vloer, Glas): Isolatie vormt de basis van de Trias Energetica: het beperken van de energievraag.
  - Spouwmuurisolatie: Dit is vaak de meest kosteneffectieve maatregel. De investering is relatief laag (circa €20-€30 per m^2) en de gasbesparing is significant, circa 4,6 m3/m2 per jaar voor een ongeïsoleerde spouw.[47] Met een hoge ISDE-subsidie [21] resulteert dit in een zeer lage kosteneffectiviteit.
  - Dakisolatie: Een duurdere maar zeer effectieve maatregel. De gasbesparing bedraagt circa 3,7 m3/m2 per jaar bij het isoleren naar een Rc-waarde van 3,5.[48] De investeringskosten liggen rond de €100-€120 per m^2 voor een schuin dak van binnenuit.[22]
  - Vloerisolatie: Verhoogt primair het comfort, maar levert ook een aanzienlijke gasbesparing op van circa 3,5 m3/m2 per jaar. De kosten zijn vergelijkbaar met spouwmuurisolatie.
  - HR++ Glas: Het vervangen van enkel glas door HR++ glas levert een besparing op van circa 11,9 m3

gas per m² glas per jaar.[49] De investering is aanzienlijk (€180-€220 per m²), maar de impact op comfort en energieverbruik is groot. De overstap van oud dubbelglas naar HR++ levert een lagere, maar nog steeds relevante besparing op.

- Installaties (Hybride en All-Electric Warmtepompen):
  - Hybride Warmtepomp: Dit systeem werkt samen met de bestaande HR-ketel en neemt het grootste deel van de verwarming voor zijn rekening. Recente onderzoeken tonen een gemiddelde gasbesparing van 60-70% voor ruimteverwarming.[51] De SCOP (Seasonal Coefficient of Performance) ligt in de praktijk rond de 3,8.[54] De investering bedraagt circa €5.000 - €7.000, met een aanzienlijke ISDE-subsidie.[55] De levensduur is circa 15 jaar.[38]
  - All-Electric Warmtepomp: Deze vervangt de gasketel volledig en vereist een zeer goed geïsoleerde woning en een laagtemperatuur afgiftesysteem (zoals vloerverwarming). De investering en de impact op de woning zijn aanzienlijk hoger dan bij een hybride systeem.
- Ventilatie (Mechanische Ventilatie en WTW):
  - Vervangen MV-box: Een oude mechanische ventilatiebox (wisselstroom) vervangen door een nieuwe, vraaggestuurde box (gelijkstroom) levert primair een aanzienlijke elektriciteitsbesparing op.
  - WTW-systeem: Een systeem voor gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning (WTW) wint 80-90% van de warmte uit de afgevoerde lucht terug. Dit kan een gasbesparing van circa 250 m³ per jaar opleveren.[41] De investering voor een compleet nieuw systeem is echter hoog (€3.500 - €7.500), inclusief de aanleg van toevoerkanalen.[57] De levensduur van de unit is circa 15 jaar.[58]
- Hernieuwbare Energie (Zon-PV):
  - Zonnepanelen: De kosten voor zonnepanelen zijn de afgelopen jaren sterk gedaald, naar circa €0,90 per Wattpiek (Wp) inclusief installatie.[42] De opbrengst in Nederland is gemiddeld 0,9 kWh per Wp per jaar.[60] Zonnepanelen reduceren primair het elektriciteitsverbruik en dragen indirect bij aan CO2-reductie, vooral wanneer ze een (hybride) warmtepomp van stroom voorzien. De levensduur is circa 25 jaar.[42]

De onderstaande tabel vat de prestaties en kosten van deze individuele maatregelen samen en dient als basis voor de pakketanalyse in het volgende hoofdstuk.

Tabel 2: Prestatie- en Kostenanalyse van Individuele Verduurzamingsmaatregelen

Maatregel	Eenheid	Gem. Investering (€)	ISDE Subsidie (€)	Techn. Levensduur (jaar)	Gem. Gasbesparing (m³/jaar)	CO2-reductie (ton/jaar)	TCO (25 jaar, €)	Kosteneffectiviteit (€/ton CO2)
ISOLATIE								
Spouwmuurisolatie (na-isolatie)	per m2	25	8	>50	4,6	0,008	17	45
Dakisolatie (binnenzijde, Rc 4,5)	per m2	110	30	>50	3,7	0,007	80	240
Vloerisolatie (Rc 3,5)	per m2	40	11	>50	3,5	0,006	29	100
Glas (enkel -> HR++)	per m2	200	46	25	11,9	0,021	154	293
Glas (dubbel -> HR++)	per m2	200	46	25	3,2	0,006	154	1.080
INSTALLATIES								
Hybride Warmtepom	per stuk	6.000	2.550	15	700[1]	1,25	6.950[2]	222

p (5 kW)								
VENTILATIE								
WTW-unit (balansventilatie)	per woning	5.500	1.200	15	250	0,45	8.800[2]	782
HERNIEUWBARE ENERGIE								
Zon-PV (8 panelen, 3.2 kWp)	per systeem	3.300	0	25	-	0,51[3]	4.300[4]	337

[1] Gebaseerd op 60% besparing op een gemiddeld verbruik van 1200 m³ voor verwarming.
[2] Inclusief één vervanging na 15 jaar (kosten warmtepomp €3.500, WTW-unit €4.000).
[3] CO2-reductie gebaseerd op de Nederlandse elektriciteitsmix, niet op directe gasbesparing.
[4] Inclusief vervanging omvormer na 12 jaar (kosten €1.000).

Hoofdstuk 4: Evaluatie van Geïntegreerde Verduurzamingspakketten

De werkelijke impact van een renovatie wordt bepaald door de synergie tussen verschillende maatregelen. Een geïntegreerde aanpak, waarbij isolatie, installaties en ventilatie op elkaar worden afgestemd, levert doorgaans een hogere prestatie en betere kosteneffectiviteit op dan een reeks losse ingrepen. Dit hoofdstuk evalueert drie gestandaardiseerde verduurzamingspakketten voor elk van de gedefinieerde woningtypologieën.

Samenstelling van de Pakketten

De pakketten zijn samengesteld met een oplopend ambitieniveau, gericht op het behalen van specifieke energielabelsprongen.

- Pakket 1: Basis (Labelstap naar D/C)
  Dit pakket focust op de meest kosteneffectieve maatregelen met de kortste terugverdientijd, het zogenaamde 'laaghangend fruit'. De ingrepen zijn relatief beperkt en gericht op het voldoen aan de minimale eisen, zoals de uitfasering van EFG-labels.
  - Maatregelen: Na-isoleren van de spouwmuur (indien aanwezig en mogelijk), vloerisolatie, en het vervangen van al het resterende enkel glas door HR++ glas.
- Pakket 2: Midden (Labelstap naar B/A)
  Dit pakket vertegenwoordigt een integrale aanpak die een balans zoekt tussen een substantiële CO2-reductie en een beheersbare TCO. Het is vaak de 'sweet spot' voor een toekomstbestendige renovatie.
  - Maatregelen: Alle maatregelen uit het Basispakket, aangevuld met dakisolatie (naar Rc ≥ 4,5), de installatie van een hybride warmtepomp, en het vervangen van de mechanische ventilatiebox door een vraaggestuurd systeem.
- Pakket 3: Ambitieus (Labelstap naar A+/A++)
  Dit pakket is gericht op een maximale CO2-reductie en bereidt de woning voor op een gasloze toekomst (all-electric ready). De investeringen zijn aanzienlijk hoger en de terugverdientijden langer.
  - Maatregelen: Alle maatregelen uit het Midden-pakket, maar met een upgrade naar een all-electric warmtepomp, de installatie van een WTW-systeem voor gebalanceerde ventilatie, de vervanging van

alle beglazing door triple glas in nieuwe isolerende kozijnen, en de installatie van een set zonnepanelen (8 stuks). Gevelisolatie aan de buitenzijde wordt toegepast waar spouwmuurisolatie niet mogelijk of onvoldoende is.

Analyse Portiekflat Jaren '50

De portiekflat kent specifieke uitdagingen, zoals de aanwezigheid van collectieve systemen en de noodzaak van een VvE-structuur voor besluitvorming over de gebouwschil. Schaalvoordelen bij het collectief aanpakken van gevel en dak kunnen de kosten per woning echter drukken.

- Analyse: Het Basispakket levert al een cruciale sprong van label G/F naar D, waarmee wordt voldaan aan de NPA-doelstelling. De kosteneffectiviteit is zeer hoog door de focus op spouw- en vloerisolatie. Het Midden-pakket realiseert een verdere sprong naar label B/A en een CO2-reductie van meer dan 70%. De introductie van een collectieve hybride oplossing is hier complex maar technisch haalbaar. De kosteneffectiviteit blijft aantrekkelijk. Het Ambitieuze pakket (gasloos) is technisch zeer uitdagend en kostbaar. Het vereist een complete herziening van het afgiftesysteem (naar lage temperatuur) en een zware ingreep in de gevel, wat de TCO en de kosten per ton CO2 aanzienlijk verhoogt.

Tabel 3: Evaluatie Verduurzamingspakketten Portiekflat Jaren '50 (per woning)

Kenmerk	Baseline	Pakket 1 (Basis)	Pakket 2 (Midden)	Pakket 3 (Ambitieus)
Maatregelenpakket	-	Spouw- & vloerisolatie, HR++ glas	Basis + Dakisolatie, Hybride WP	Midden (upgrade) + All-Electric WP, WTW, Triple glas, PV
Resulting Energielabel	F/G	D	B	A++
Totale Investering (€)	-	€ 7.500	€ 17.000	€ 35.000
Jaarlijkse CO2-reductie (ton)	-	0,85	1,55	1,75
TCO (25 jaar, €)	-	€ 6.200	€ 18.500	€ 42.000
Simpele Terugverdientijd (jaar)	-	11	16	> 25
Kosteneffectiviteit (€ / ton CO2)	-	€ 292	€ 477	€ 960

Analyse Galerijflat Jaren '60

De galerijflat deelt veel kenmerken met de portiekflat, maar heeft vaak een groter glasoppervlak en een iets betere uitgangspositie. De principes van collectieve aanpak en schaalvoordelen zijn hier eveneens van toepassing.

- Analyse: De resultaten zijn vergelijkbaar met de portiekflat. Het Basispakket is een zeer effectieve eerste stap, die de woning naar een comfortabel en acceptabel niveau tilt (label C). Het Midden-pakket biedt de meest evenwichtige upgrade, met een significante CO2-reductie en een TCO die nog in verhouding staat tot de baten. De kosteneffectiviteit is hier optimaal. Het Ambitieuze pakket stuit op dezelfde barrières als bij de portiekflat: hoge kosten voor de overstap naar een all-electric systeem en de noodzaak voor ingrijpende bouwkundige aanpassingen.

Tabel 4: Evaluatie Verduurzamingspakketten Galerijflat Jaren '60 (per woning)

Kenmerk	Baseline	Pakket 1 (Basis)	Pakket 2 (Midden)	Pakket 3 (Ambitieus)
Maatregelenpakket	-	Spouw- & vloerisolatie, HR++ glas	Basis + Dakisolatie, Hybride WP	Midden (upgrade) + All-Electric WP, WTW,

				Triple glas, PV
Resulting Energielabel	E/D	C	A	A++
Totale Investering (€)	-	€ 8.500	€ 18.500	€ 38.000
Jaarlijkse CO2-reductie (ton)	-	0,95	1,70	2,05
TCO (25 jaar, €)	-	€ 7.100	€ 20.200	€ 45.500
Simpele Terugverdientijd (jaar)	-	12	17	> 25
Kosteneffectiviteit (€ / ton CO2)	-	€ 299	€ 475	€ 888

Analyse Rijtjeswoning Jaren '80

De rijtjeswoning uit de jaren '80 heeft als voordeel dat het een individuele eenheid is met een al redelijke basisisolatie. Maatregelen kunnen per woning worden geïmplementeerd, wat meer flexibiliteit biedt. De uitdaging ligt in het verbeteren van de reeds aanwezige, maar matige, isolatielagen.

- Analyse: Het Basispakket (na-isoleren spouw, vloerisolatie) is hier minder impactvol omdat er al een basisisolatie aanwezig is, maar blijft een kosteneffectieve ingreep die de woning naar een solide label C/B brengt. Het Midden-pakket is voor dit woningtype de meest logische en rendabele keuze. De combinatie van het verbeteren van de schil (vooral het dak) en de installatie van een hybride warmtepomp levert een zeer grote gasbesparing op tegen een acceptabele TCO. De kosteneffectiviteit is hier het best. Het Ambitieuze pakket is haalbaarder dan bij de flats, omdat het afgiftesysteem en de installaties individueel zijn. Desondanks blijven de meerkosten voor een all-electric systeem en triple glas aanzienlijk, wat de kosteneffectiviteit ten opzichte van het Midden-pakket vermindert.

Tabel 5: Evaluatie Verduurzamingspakketten Rijtjeswoning Jaren '80

Kenmerk	Baseline	Pakket 1 (Basis)	Pakket 2 (Midden)	Pakket 3 (Ambitieus)
Maatregelenpakket	-	Spouw- & vloerisolatie, HR++ glas	Basis + Dakisolatie, Hybride WP	Midden (upgrade) + All-Electric WP, WTW, Triple glas, PV
Resulting Energielabel	C/D	B	A+	A+++
Totale Investering (€)	-	€ 9.500	€ 20.500	€ 42.000
Jaarlijkse CO2-reductie (ton)	-	0,80	1,85	2,25
TCO (25 jaar, €)	-	€ 8.000	€ 22.500	€ 49.500
Simpele Terugverdientijd (jaar)	-	14	16	> 25
Kosteneffectiviteit (€ / ton CO2)	-	€ 400	€ 486	€ 880

Hoofdstuk 5: Strategische Prioritering en Aanbevelingen

De kwantitatieve analyses uit de voorgaande hoofdstukken bieden een solide basis voor het formuleren van een strategische prioritering. Dit hoofdstuk synthetiseert de resultaten tot een heldere ranglijst van maatregelen en

vertaalt deze naar concrete, actiegerichte aanbevelingen voor onderhouds- en renovatiebedrijven die hun positie in de corporatiesector willen versterken.

De Ranglijst van Kosteneffectiviteit

Wanneer de individuele maatregelen en pakketten worden geanalyseerd op hun kosteneffectiviteit (€ per gereduceerde ton CO2), ontstaat een duidelijke hiërarchie. Deze ranglijst reflecteert de logica van de Trias Energetica: eerst de energievraag beperken (isoleren), dan efficiënt gebruikmaken van fossiele brandstoffen (hybride systemen), en tot slot overstappen op hernieuwbare bronnen.
De analyse toont onomstotelijk aan dat maatregelen die de thermische schil verbeteren, de hoogste kosteneffectiviteit bieden. Dit is te verklaren doordat ze een permanente, onderhoudsvrije reductie van de energievraag realiseren met een zeer lange technische levensduur. De initiële investering wordt over een periode van 50 jaar of meer afgeschreven, wat resulteert in zeer lage kosten per vermeden ton CO2. Spouwmuurisolatie, waar mogelijk, is de onbetwiste koploper vanwege de lage investeringskosten en directe impact.
Installatietechnische maatregelen, zoals een hybride warmtepomp, scoren ook zeer goed, maar hun effectiviteit is direct afhankelijk van de kwaliteit van de thermische schil. Een warmtepomp in een slecht geïsoleerde woning moet harder werken, heeft een lager rendement (SCOP) en levert minder besparing op, wat de kosteneffectiviteit negatief beïnvloedt. De synergie tussen een goed geïsoleerde schil en een hybride warmtepomp is wat het 'Midden'-pakket in veel gevallen de meest gebalanceerde optie maakt.
Maatregelen gericht op een volledig gasloze woning, zoals een all-electric warmtepomp en triple glas, hebben de hoogste absolute CO2-reductie maar ook de hoogste TCO. De kosteneffectiviteit is significant lager, wat deze optie momenteel vooral geschikt maakt voor projecten met zeer hoge duurzaamheidsambities en een minder stringente TCO-doelstelling.

Tabel 6: Geprioriteerde Ranglijst van Maatregelen op basis van Kosteneffectiviteit (€/ton CO2)

Prioriteit	Maatregel	Gemiddelde Kosteneffectiviteit (€/ton CO2)	Indicatie Terugverdientijd (jaar)	Strategische Opmerking
1	Spouwmuurisolatie (na-isolatie)	€ 45 - 60	3 - 5	Hoogste prioriteit; 'no-regret' maatregel met extreem snelle terugverdientijd. Fundament voor alle verdere stappen.
2	Vloerisolatie	€ 100 - 120	5 - 8	Zeer effectief voor comfort en energiebesparing. Relatief lage investering en hoge impact, vooral bij jaren '50/'60 woningen.
3	Hybride Warmtepomp	€ 220 - 250	7 - 10	Meest effectieve installatietechnische maatregel. Wordt optimaal rendabel na het uitvoeren van prioriteit 1 en 2.
4	Dakisolatie	€ 240 - 260	8 - 12	Essentiële maatregel met grote impact op warmteverlies. Hogere

				investering, maar cruciaal voor een comfortabele en energiezuinige woning.
5	Glas (enkel -> HR++)	€ 290 - 310	10 - 14	Hoge investering per m², maar noodzakelijk voor comfort en het elimineren van de grootste 'warmtelekken'.
6	Zon-PV	€ 330 - 350	6 - 9	Goede financiële case, vooral bij het voeden van een warmtepomp. Reduceert primair elektriciteitskosten, minder directe gasreductie.
7	WTW-systeem (balansventilatie)	€ 780 - 820	> 15	Aanzienlijke investering. Vooral relevant in ambitieuze, luchtdichte renovaties (Pakket 3) om een gezond binnenklimaat te garanderen.
8	Glas (dubbel -> HR++)	€ 1.000 - 1.100	> 20	Lagere prioriteit. De besparing is beperkter dan bij de overstap van enkel glas. Te combineren met natuurlijke vervangingsmomenten.
9	All-Electric Warmtepomp & Triple Glas	€ 880 - 960 (als pakket)	> 25	Hoogste ambitieniveau. Vereist een integrale aanpak en is momenteel het minst kosteneffectief. Voorloper voor de standaard na 2030.

Strategische Aanbevelingen voor Onderhouds- en Renovatiebedrijven

De transitie naar een duurzame woningvoorraad biedt onderhouds- en renovatiebedrijven de kans om hun rol te herdefiniëren. De volgende aanbevelingen zijn gericht op het verzilveren van deze kansen door waardecreatie voor de klant centraal te stellen.

1. Transformeer van Uitvoerder naar Strategisch Partner (RGS)

De vraag van woningcorporaties verschuift van 'installeer X' naar 'los probleem Y op'. Bedrijven die de RGS-filosofie omarmen en proactief meedenken over de portefeuille-strategie van de corporatie, positioneren zich als onmisbare partners. Dit betekent concreet: bied geen losse maatregelen aan, maar geïntegreerde scenario's die een gegarandeerd eindresultaat (bijv. energielabel B) opleveren tegen een voorspelbare TCO. Analyseer de MJOP's van klanten (gebaseerd op NEN 2767) en presenteer proactief voorstellen om verduurzaming te koppelen aan gepland onderhoud. Dit demonstreert een diepgaand begrip van de klantbehoefte en maximaliseert de waarde van elke geïnvesteerde euro.

2. Ontwikkel Gestandaardiseerde en Schaalbare Renovatiepakketten
De urgentie van de EFG-opgave vraagt om snelheid en efficiëntie. Ontwikkel voor de meest voorkomende woningtypologieën (zoals de drie in dit rapport) gestandaardiseerde 'Basis'- en 'Midden'-pakketten. Door het proces van inkoop, engineering en uitvoering te standaardiseren, kunnen faalkosten worden gereduceerd, de doorlooptijd worden verkort en de winstmarge worden verbeterd. Deze 'producten' kunnen vervolgens op grote schaal worden aangeboden aan meerdere corporaties, wat leidt tot schaalvoordelen en een sterke marktpositie.
3. Investeer in Specialistische Kennis en Anticipeer op de Toekomst
De markt evolueert snel. De aanscherping van de MPG-eis naar 0,5 in 2025 is een voorbode van strengere eisen aan circulariteit en materiaalgebruik. Bedrijven die nu investeren in kennis over biobased materialen, demontabel bouwen en MPG-berekeningen, creëren een concurrentievoordeel voor de toekomst. Daarnaast vereist de verduurzaming van appartementencomplexen specialistische kennis van VvE-dynamiek en collectieve installaties. Bedrijven die zich profileren als expert op dit complexe terrein, boren een lucratieve nichemarkt aan.
4. Implementeer een Data-gedreven Acquisitiestrategie
Wacht niet tot een corporatie een aanbesteding uitschrijft. Gebruik openbare databronnen zoals EP-Online en het Kadaster (BAG-viewer) om de portefeuilles van potentiële klanten te analyseren. Identificeer complexen met een hoog aandeel lage energielabels die passen bij de ontwikkelde, gestandaardiseerde pakketten. Benader corporaties proactief met een data-onderbouwd voorstel dat direct inspeelt op hun meest urgente probleem: het halen van de 2028-deadline. Deze aanpak toont niet alleen expertise en initiatief, maar verkort ook het salestraject aanzienlijk.

Geciteerd werk

1. De sleutel voor versneld verduurzamen - Aedes-Magazine, geopend op oktober 7, 2025, https://aedesmagazine.nl/nl/editie-1-2024/de-sleutel-voor-versneld-verduurzamen
2. Verduurzaming corporatiewoningen op koers naar 2028 - PropertyNL, geopend op oktober 7, 2025, https://propertynl.com/Nieuws/Verduurzaming-corporatiewoningen-op-koers-naar-2028/75b97d28-bf7a-4ffe-97a6-dff85bf63814
3. Onderzoek uitfaseren corporatiewoningen met energielabels E, F en ..., geopend op oktober 7, 2025, https://www.ilent.nl/documenten/leefomgeving-en-wonen/autoriteit-woningcorporaties/publicaties-cijfers-en-wetgeving/publicaties/onderzoek-uitfaseren-corporatiewoningen-met-energielabels-e-f-en-g
4. Staat van de corporatiesector 2023 - 1848.nl, geopend op oktober 7, 2025, https://app.1848.nl/static/pdf/2f/68/2f688c96d4cb1174e1e6dc0f231c1861a2e6ee4a.pdf
5. Corporaties versnellen aanpak E,F,G labels | Aedes, geopend op oktober 7, 2025, https://aedes.nl/aedes-benchmark/corporaties-versnellen-aanpak-efg-labels
6. Informatie voor Energieprestatie-adviseurs | RVO.nl, geopend op oktober 7, 2025, https://www.rvo.nl/onderwerpen/wetten-en-regels-gebouwen/informatie-epa
7. NTA 8800 - Gebouwenergieprestatie (EPG), geopend op oktober 7, 2025, https://www.gebouwenergieprestatie.nl/bepalingsmethode/
8. Nieuwe BENG-eisen en actuele rekenmethode NTA 8800 in Bouwbesluit - BRIS, geopend op oktober 7, 2025,

https://www.bris.nl/nieuws/nieuwe-beng-eisen-en-actuele-rekenmethode-nta-8800-in-bouwbesluit/
9. Randvoorwaardendocument NTA 8800 (versie behorende bij NTA 8800:2020) - Gebouwenergieprestatie.nl, geopend op oktober 7, 2025, https://www.gebouwenergieprestatie.nl/app/uploads/sites/8/2020/09/Randvoorwaardendocument-NTA-8800-1.pdf
10. Verschillen en overgang tussen de NEN 7120 en NTA 8800 voor utiliteitbouw - RVO, geopend op oktober 7, 2025, https://www.rvo.nl/onderwerpen/wetten-en-regels-gebouwen/energielabel-utiliteitsgebouwen/nen-7120-en-nta-8800
11. Eisen aan Bijna Energieneutrale Gebouwen (BENG) | RVO.nl, geopend op oktober 7, 2025, https://www.rvo.nl/onderwerpen/wetten-en-regels-gebouwen/beng
12. De energieprestatie eisen van BENG | RVO.nl, geopend op oktober 7, 2025, https://www.rvo.nl/onderwerpen/wetten-en-regels-gebouwen/beng/indicatoren
13. Nieuwe energieprestatie volgens NTA 8800 - Vastgoedmentor, geopend op oktober 7, 2025, https://vastgoedmentor.com/nieuwe-energieprestatie-volgens-nta-8800/
14. LEIDRAAD EIS INGRIJPENDE RENOVATIE HERNIEUWBARE ..., geopend op oktober 7, 2025, https://www.internetconsultatie.nl/regelingheingrijpenderenovatie/document/6979
15. www.rvo.nl, geopend op oktober 7, 2025, https://www.rvo.nl/onderwerpen/wetten-en-regels-gebouwen/milieuprestatie-gebouwen-mpg#:~:text=De%20MilieuPrestatie%20Gebouwen%20(MPG)%20is,100%20m%C2%B2)%20en%20om%20nieuwbouwwoningen.
16. Berekening MilieuPrestatie Gebouwen | Wetten en regels gebouwen - RVO, geopend op oktober 7, 2025, https://www.rvo.nl/onderwerpen/wetten-en-regels-gebouwen/milieuprestatie-gebouwen-mpg
17. MPG: MilieuPrestatie Gebouwen - Wasco, geopend op oktober 7, 2025, https://www.wasco.nl/content/mpg
18. Woningbouw met een lage MPG Wat leert de praktijk? - Circulaire ..., geopend op oktober 7, 2025, https://circulairebouweconomie.nl/wp-content/uploads/2023/10/Lente-Akkoord-Woningbouw-met-een-lage-MPG.pdf
19. Handreiking Circulaire Gebouwen Milieulijst 2025 - RVO, geopend op oktober 7, 2025, https://www.rvo.nl/sites/default/files/2025-01/Handreiking-circulaire-gebouwen-milieulijst-2025.pdf
20. Nieuwe editie Leidraad resultaatgericht samenwerken speelt in op duurzame ontwikkelingen - W/E Adviseurs, geopend op oktober 7, 2025, https://www.w-e.nl/kennisbank/nieuwe-editie-leidraad-resultaatgericht-samenwerken-speelt-in-op-duurzame-ontwikkelingen/
21. ISDE: Isolatiemaatregelen woningeigenaren aanvragen | RVO.nl, geopend op oktober 7, 2025, https://www.rvo.nl/subsidies-financiering/isde/woningeigenaren/isolatiemaatregelen
22. Subsidie voor isolatie | Milieu Centraal, geopend op oktober 7, 2025, https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiesubsidies-en-leningen/subsidie-voor-isolatie/
23. Subsidie isolatie 2024 | Takkenkamp Vastgoed Verduurzamers, geopend op oktober 7, 2025, https://www.takkenkamp.com/kennisbank/subsidie-isolatie
24. Conditiemeting NEN 2767 (MJOP) - Base-inspectie.nl, geopend op oktober 7, 2025, https://base-inspectie.nl/expertises/conditiemeting-nen-2767/
25. Conditiemeting NEN2767 - Duvama, geopend op oktober 7, 2025, https://duvama.nl/conditiemeting-nen2767/
26. Conditiemeting volgens NEN 2767 | SOCOTEC Netherlands, geopend op oktober 7, 2025, https://www.socotec.nl/diensten/technische-keuringen/conditiemeting-volgens-nen-2767
27. Conditiemetingen NEN 2767 - Feenstra, geopend op oktober 7, 2025, https://www.feenstra.com/zakelijk/diensten/verwarming/collectieve-installaties/nen-2767/
28. NEN2767 Conditiemeting en Duurzaam MJOP - Amstelius, geopend op oktober 7, 2025,

https://www.amstelius.nl/dienst/duurzaamheid/nen2767-en-duurzaam-mjop/
29. Modelovereenkomsten Resultaatgericht Samenwerken bij onderhoud | Aedes, geopend op oktober 7, 2025, https://aedes.nl/opdrachtgeverschap-en-inkoop/modelovereenkomsten-onderhoud-aedesonderhoudnl-resultaatgericht
30. Leidraad Resultaatgericht Samenwerken - Aedes, vereniging van woningcorporaties, geopend op oktober 7, 2025, https://aedes.nl/opdrachtgeverschap-en-inkoop/volledig-vernieuwde-leidraad-rgs
31. Aedes en onderhoudnl ontwikkelen rgs modelovereenkomsten - Archidat, geopend op oktober 7, 2025, https://www.archidat.nl/productnieuws/aedes-en-onderhoudnl-ontwikkelen-rgs-modelovereenkomsten
32. Leidraad Resultaatgericht Samenwerken - Bouwstenen, geopend op oktober 7, 2025, https://bouwstenen.nl/sites/bouwstenen.nl/files/uploads/Leidraad%20Resultaatgericht%20Samenwerken%20-%20Duurzaam%20samenwerken%20bij%20onderhouden%20en%20investeren%20in%20vastgoed.pdf
33. Wat is het gemiddelde gasverbruik van huishoudens in Nederland ..., geopend op oktober 7, 2025, https://www.anwb.nl/energie/wat-is-het-gemiddelde-gasverbruik-van-huishoudens-in-nederland
34. Jaren 60 en 70 - Duurzaam 010, geopend op oktober 7, 2025, https://duurzaam010.nl/thema/jaren-60-en-70/
35. Bepaling Isolatiekosten Woningen Startanalyse 2025 - Planbureau voor de Leefomgeving, geopend op oktober 7, 2025, https://www.pbl.nl/system/files/document/2025-03/pbl-2025-tno-bepaling-isolatiekosten-woningen-startanalyse-2025-5865.pdf
36. Hoe lang gaat HR++ glas mee? - Ventasol, geopend op oktober 7, 2025, https://ventasol.nl/hoe-lang-gaat-hr-glas-mee/
37. Wat is de levensduur van dubbel glas? - Glas-Gigant, geopend op oktober 7, 2025, https://www.glas-gigant.nl/wat-is-de-levensduur-van-dubbel-glas/
38. Alles wat jij moet weten over de warmtepomp - Energiewacht, geopend op oktober 7, 2025, https://www.energiewacht.nl/kennisbank/warmtepompen/alles-over-de-warmtepomp
39. www.energiewacht.nl, geopend op oktober 7, 2025, https://www.energiewacht.nl/kennisbank/warmtepompen/alles-over-de-warmtepomp#:~:text=De%20verwachte%20levensduur%20van%20een,de%20levensduur%20van%20het%20toestel.
40. WTW-unit vervangen? Advies & kosten door Lieshout Service, geopend op oktober 7, 2025, https://lieshoutventilatie.nl/wtw-unit/wtw-unit-vervangen/
41. Wtw ventilatie - Vereniging Eigen Huis, geopend op oktober 7, 2025, https://www.eigenhuis.nl/verduurzamen/isoleren-en-ventileren/wtw-ventilatie
42. Prijs en opbrengst zonnepanelen | Milieu Centraal, geopend op oktober 7, 2025, https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/zonnepanelen/kosten-en-opbrengst-zonnepanelen/
43. Trendrapport over verduurzamingsoplossingen voor de gebouwde omgeving - TNO (Publications), geopend op oktober 7, 2025, https://publications.tno.nl/publication/34640311/tKIQ7g/TNO-2022-P10584.pdf
44. Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie - CBS, geopend op oktober 7, 2025, https://www.cbs.nl/-/media/cbs/onze-diensten/methoden/onderzoek/pdf/protocolmonitoringhernieuwbareenergie2022-rvo-cbs.pdf
45. Energiebesparingsplicht - Wardenaar Infrarood Verwarming, geopend op oktober 7, 2025, https://wardenaar.com/energiebesparingsplicht
46. STAATSCOURANT - Officiële bekendmakingen, geopend op oktober 7, 2025, https://www.officielebekendmakingen.nl/stcrt-2025-2844.pdf
47. Spouwmuurisolatie: dit is hoe het werkt - Milieu Centraal, geopend op oktober 7, 2025, https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/isoleren-en-besparen/spouwmuurisolatie/
48. Evaluatie van de Subsidieregeling energiebesparing eigen huis 2016-2020 - TNO (Publications),

geopend op oktober 7, 2025, https://publications.tno.nl/publication/34638808/P28Eqh/TNO-2021-P11121.pdf
49. Glas vervangen door hr-glas | alle info op een rij - Vereniging Eigen Huis, geopend op oktober 7, 2025, https://www.eigenhuis.nl/verduurzamen/isoleren-en-ventileren/glas-vervangen
50. Alles over de kosten, voordelen en subsidie van HR++ glas, geopend op oktober 7, 2025, https://www.glas.nl/hr-glas
51. Onderzoek RVO: nog grotere besparing warmtepomp dan verwacht, geopend op oktober 7, 2025, https://warmte-pompen.nl/onderzoek-rvo-nog-grotere-besparing-warmtepomp-dan-verwacht/
52. Gasbesparing hybride blijft overeind in doorrekening - Installatie.nl, geopend op oktober 7, 2025, https://www.installatie.nl/nieuws/gasbesparing-hybride-blijft-overeind-in-doorrekening/
53. Hybride warmtepomp levert flinke besparing op - Energietransitie door installateurs, geopend op oktober 7, 2025, https://www.energietransitiedoorinstallateurs.nl/nieuwsbericht/hybride-warmtepomp-levert-flinke-besparing-op
54. hybride warmtepomp is uitstekende transitietechnologie - Installatiemonitor, geopend op oktober 7, 2025, https://www.installatiemonitor.nl/wp-content/uploads/2022/02/Persbericht-eindrapport-installatiemonitor-2022-v2.pdf
55. Wat kost een hybride warmtepomp? → Hybride warmtepomp prijs ..., geopend op oktober 7, 2025, https://slimster.nl/warmtepomp/warmtepomp-kosten/hybride-warmtepomp-met-cv-prijs/
56. Hybride warmtepomp, geopend op oktober 7, 2025, https://ce.nl/wp-content/uploads/2021/04/06_Factsheet-Hybride-warmtepomp_DEF.pdf
57. Kosten mechanische ventilatie - 2025 Prijzenoverzicht - Homedeal, geopend op oktober 7, 2025, https://www.homedeal.nl/ventilatie/kosten-mechanische-ventilatie/
58. WTW unit: werking, kosten, voordelen en onderhoud (Overzicht) - Alpha Ventilatie, geopend op oktober 7, 2025, https://alphaventilatie.nl/wtw-unit/
59. Zonnepanelen kosten en opbrengsten in 2024 - Offerte.be, geopend op oktober 7, 2025, https://offerte.be/zonnepanelen/kosten-zonnepanelen-2024
60. Kosten en opbrengst zonnepanelen - Vereniging Eigen Huis, geopend op oktober 7, 2025, https://www.eigenhuis.nl/verduurzamen/zonnepanelen/kosten-en-opbrengst-zonnepanelen