

| Leercurve | 2020 | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 | 2050 | Bron |
|--|------|------|------|------|------|------|------|----------------------------|
| Elektriciteitsprijs | 1 | 1,23 | 1,33 | 1,33 | 1,33 | 1,33 | 1,33 | PBL, 2019 |
| Geothermie investering | 1 | 0,93 | 0,86 | 0,8 | 0,73 | 0,67 | 0,6 | IF Technology et al., 2018 |
| COP-warmtepomp | 1 | 1,16 | 1,27 | 1,27 | 1,27 | 1,27 | 1,27 | TKI Urban Energy, 2020 |
| COP-warmtewisselaar met individuele warmtepomp | 1 | 1,16 | 1,27 | 1,27 | 1,27 | 1,27 | 1,27 | TKI Urban Energy, 2020 |
| Aandeel groengas | 0 | 0,17 | 0,33 | 0,5 | 0,67 | 0,83 | 1 | Aanname CE Delft |

Gehanteerde rentevoeten en afschrijftermijnen

Alle investeringen worden in het model omgerekend naar jaarlijkse kosten. Dit gebeurt met een specifieke rentevoet en afschrijftermijn, afhankelijk van het type investering. De gehanteerde rentevoeten zijn weergegeven in Tabel 3 en de gehanteerde afschrijftermijnen in Tabel 4.

Tabel 3 - Gehanteerde rentevoeten

| Onderdeel | Rentevoet | Bron |
|------------------------------|-----------|-----------------------|
| Utiliteit | 3% | CE Delft et al., 2019 |
| Woning | 3% | CE Delft et al., 2019 |
| Corporatiewoning | 3% | Aanname CE Delft |
| Infrastructuur gas | 3% | CE Delft et al., 2019 |
| Infrastructuur waterstof | 3% | Aanname CE Delft |
| Infrastructuur elektriciteit | 3% | CE Delft et al., 2019 |
| Warmtenet | 3% | CE Delft et al., 2019 |

Tabel 4 - Gehanteerde afschrijftermijnen

| Onderdeel | Afschrijftermijn | Bron |
|--------------------------|------------------|------------------|
| Gebouw aanpassingen | 25 jaar | Aanname CE Delft |
| Gebouw installaties | 15 jaar | Aanname CE Delft |
| Collectieve installaties | 25 jaar | Aanname CE Delft |
| Infrastructuur | 40 jaar | Aanname CE Delft |

Technieken

De parameters voor de individuele warmtetechnieken zijn weergegeven in Tabel 5, voor collectieve warmtetechnieken Tabel 6 en de parameters voor de afgiftesystemen zijn weergegeven in Tabel 7.

Tabel 5 - Inputwaarden individuele warmtetechnieken

| Techniek | Investering | Onderhoudskosten | Bron |
|--------------------------|-------------|------------------|------------------------------------|
| Warmtepomp - buitenlucht | € 8.500 | 0,5% | PBL, 2021; CE Delft, lopend |
| Warmtepomp - bodem | € 14.000 | 0,4% | PBL, 2021; CE Delft, lopend |
| Hr-ketel | € 1.850 | 4% | CE Delft, lopend; CE Delft, lopend |

| Techniek | Investering | Onderhoudskosten | Bron |
|--|-------------|------------------|---|
| Hybride warmtepomp - ventilatielucht | € 5.200 | 2% | CE Delft, lopend; Aanname CE Delft |
| Hybride warmtepomp - buitenlucht | € 5.000 | 2% | van Berkel, 2012; Aanname CE Delft |
| Cv-ketel [vaste biomassa] | € 7.000 | 5% | Milieucentraal, juni 2020; CE Delft, 2013 |
| Warmtenet HT | € 2.000 | 2,5% | CE Delft, 2019; Aanname CE Delft |
| Warmtenet MT | € 2.000 | 2,5% | CE Delft, 2019; Aanname CE Delft |
| Warmtenet LT met individuele warmtepomp | € 8.600 | 2,5% | Liander; Aanname CE Delft |
| Warmtenet ZLT met individuele warmtepomp | € 8.600 | 2,5% | Geen; Aanname CE Delft |
| Warmtenet LT | € 2.000 | 2,5% | CE Delft, 2013; Aanname CE Delft |
| Wko-net | € 2.000 | 2,5% | CE Delft, 2013; Aanname CE Delft |
| Hr-ketel [waterstof] | € 3.350 | 4% | Aanname CE Delft; Aanname CE Delft |
| Hybride warmtepomp - ventilatielucht [waterstof] | € 6.700 | 2% | Aanname CE Delft; Aanname CE Delft |
| Hybride warmtepomp - buitenlucht [waterstof] | € 6.500 | 2% | Aanname CE Delft; Aanname CE Delft |
| Mechanische ventilatie | € 1.500 | 2% | Merosch, 2020; Aanname CE Delft |
| Splitsysteem | € 2.000 | 2,5% | Aanname CE Delft; CE Delft et al., 2019 |
| Elektrische boiler | € 1.200 | 2,5% | CE Delft, lopend; CE Delft et al., 2019 |
| Zonneboiler | € 2.900 | 2,5% | CE Delft, lopend; CE Delft et al., 2019 |
| Wtw-douchepijp | € 487 | 0% | Arcadis, 2013; Aanname CE Delft |
| Zonnepanelen | € 250 | 1,5% | Milieucentraal, maart 2019; De Woonmensen, 2018 |

Tabel 6 - Inputwaarden collectieve warmtetechnieken

| Techniek | Productie-kosten | Investerings-kosten | Onderhouds-kosten | Ren-dement | Leer-curve | Leiding-verlies | Bron |
|---------------|------------------|---------------------|-------------------|------------|------------|-----------------|---|
| AVI | € 3,75 | € 162,50 | 5% | 1 | Geen | 20% | CE Delft et al., 2019; Geen; Aanname CE Delft; CE Delft et al., 2019; CE Delft et al., 2019 |
| BMC | € 6,38 | € 162,60 | 5% | 1 | Geen | 20% | CE Delft et al., 2019; Geen; Aanname CE Delft; CE Delft et al., 2019; CE Delft et al., 2019 |
| Warmtebron HT | € 0 | € 0 | 5% | 1 | Geen | 20% | CE Delft et al., 2019; Geen; Aanname CE Delft; CE Delft et al., 2019; Geen |
| Warmtebron MT | € 0 | € 0 | 5% | 1 | Geen | 15% | CE Delft et al., 2019; Geen; Aanname CE Delft; CE Delft et al., 2019; Geen |

| Techniek | Productie-kosten | Investerings-kosten | Onderhouds-kosten | Ren-dement | Leer-curve | Leiding-verlies | Bron |
|----------------------|------------------|---------------------|-------------------|------------|------------------------|-----------------|---|
| Warmtebron LT | € 0 | € 0 | 5% | 1 | Geen | 15% | CE Delft et al., 2019; Geen; Aannname CE Delft; CE Delft et al., 2019; Geen |
| STEG | € 4,94 | € 162,70 | 5% | 1 | Geen | 20% | CE Delft, 2013; Geen; Aannname CE Delft; CE Delft et al., 2019; CE Delft et al., 2019 |
| Geothermie HT | € 0 | € 1.818 | 3% | 20 | Geothermie investering | 15% | Geen; Geen; Aannname CE Delft; Platform Geothermie, lopend; Platform Geothermie, lopend |
| Geothermie MT | € 0 | € 1818 | 3% | 20 | Geothermie investering | 15% | Geen; Geen; Aannname CE Delft; Platform Geothermie, lopend; Platform Geothermie, lopend |
| Restwarmte industrie | € 0 | € 250 | 5% | 20 | Geen | 20% | Geen; Geen; Aannname CE Delft; CE Delft et al., 2019; CE Delft et al., 2019 |
| Wkk | € 0 | € 1.300 | 2% | 0,5 | Geen | 20% | Geen; Geen; Aannname CE Delft; CE Delft et al., 2019; CE Delft et al., 2019 |
| Wko | € 0 | € 1.133 | 2% | 3,5 | Geen | 15% | Geen; Aannname CE Delft; Aannname CE Delft; CE Delft et al., 2019; CE Delft, 2013 |
| TEO | € 0 | € 1.000 | 2% | 20 | Geen | 7,5% | Geen; Geen; Aannname CE Delft; IF Technology, 2019a; IF Technology, 2019a |
| Zonthermie | € 25,74 | € 0 | 0,4% | 20 | Geen | 15% | Geen; Geen; Aannname CE Delft; Geen; Geen |
| Pvt | € 0 | € 259,50 | 2% | 20 | Geen | 7,5% | Geen; TU Delft et al., lopend; CE Delft, 2018; TU Delft et al., lopend; RVO, 2017; |
| Zeewatercentrale | € 0 | € 250 | 2% | 20 | Geen | 7,5% | Geen; Geen; CE Delft, 2018; Aannname CE Delft; CE Delft, 2018 |
| LT-Restwarmte | € 0 | € 250 | 5% | 20 | Geen | 15% | Geen; Geen; Aannname CE Delft; CE Delft et al., 2019; CE Delft et al., 2019 |

Tabel 7 - Inputwaarden afgiftesystemen per bruto vloeroppervlak

| Afgiftesysteem | Investeringskosten | Bron |
|----------------|-----------------------|---------------|
| LT-radiatoren | 35 €/m ² | Merosch, 2020 |
| HT-radiatoren | 17,6 €/m ² | Arcadis, 2017 |

Tabel 8 - Gehanteerde rendementen voor de verschillende technieken en minimaal isolatieniveau

| Techniek | Functie | Isolatieniveau | Rendement | Energiedrager | Bron |
|--------------------------------------|------------------|----------------------------------|-----------|---------------|------------------|
| Warmtepomp - buitenlucht | Ruimteverkoeling | Alle | 5 | Elektriciteit | NEN, 2017 |
| Warmtepomp - buitenlucht | Warm tapwater | Alle | 2,3 | Elektriciteit | CE Delft, lopend |
| Warmtepomp - buitenlucht | Ruimteverwarming | Woning: LT 30 kWh/m ² | 4 | Elektriciteit | CE Delft, lopend |
| Warmtepomp - buitenlucht | Ruimteverwarming | Woning: LT 50 kWh/m ² | 4 | Elektriciteit | CE Delft, lopend |
| Warmtepomp - buitenlucht | Ruimteverwarming | Utiliteit: Maximale verbetering | 4 | Elektriciteit | CE Delft, lopend |
| Warmtepomp - buitenlucht | Ruimteverwarming | Utiliteit: Minimale verbetering | 4 | Elektriciteit | CE Delft, lopend |
| Warmtepomp - bodem | Ruimteverkoeling | Alle | 8 | Elektriciteit | NEN, 2017 |
| Warmtepomp - bodem | Warm tapwater | Alle | 3,25 | Elektriciteit | CE Delft, lopend |
| Warmtepomp - bodem | Ruimteverwarming | Woning: LT 30 kWh/m ² | 5 | Elektriciteit | CE Delft, lopend |
| Warmtepomp - bodem | Ruimteverwarming | Woning: LT 50 kWh/m ² | 5 | Elektriciteit | CE Delft, lopend |
| Warmtepomp - bodem | Ruimteverwarming | Utiliteit: Maximale verbetering | 5 | Elektriciteit | CE Delft, lopend |
| Warmtepomp - bodem | Ruimteverwarming | Utiliteit: Minimale verbetering | 5 | Elektriciteit | CE Delft, lopend |
| Hr-ketel | Warm tapwater | Alle | 1 | Elektriciteit | None |
| Hr-ketel | Warm tapwater | Alle | 0,65 | Gas | CE Delft, lopend |
| Hr-ketel | Ruimteverwarming | Alle | 1 | Elektriciteit | None |
| Hr-ketel | Ruimteverwarming | Alle | 0,94 | Gas | CE Delft, lopend |
| Hybride warmtepomp - ventilatielucht | Warm tapwater | Alle | 1 | Elektriciteit | None |
| Hybride warmtepomp - ventilatielucht | Warm tapwater | Alle | 0,65 | Gas | Aanname CE Delft |
| Hybride warmtepomp - ventilatielucht | Ruimteverwarming | Woning: LT 30 kWh/m ² | 5,7 | Elektriciteit | van Berkel, 2012 |
| Hybride warmtepomp - ventilatielucht | Ruimteverwarming | Woning: LT 50 kWh/m ² | 5,1 | Elektriciteit | van Berkel, 2012 |
| Hybride warmtepomp - ventilatielucht | Ruimteverwarming | Utiliteit: Maximale verbetering | 5,7 | Elektriciteit | van Berkel, 2012 |
| Hybride warmtepomp - ventilatielucht | Ruimteverwarming | Utiliteit: Minimale verbetering | 5,1 | Elektriciteit | van Berkel, 2012 |

| Techniek | Functie | Isolatieniveau | Rendement | Energiedrager | Bron |
|--------------------------------------|------------------|----------------------------------|-----------|---------------|------------------|
| Hybride warmtepomp - ventilatielucht | Ruimteverwarming | Woning: MT 70 kWh/m ² | 5 | Elektriciteit | van Berkel, 2012 |
| Hybride warmtepomp - ventilatielucht | Ruimteverwarming | Woning: Huidig | 5 | Elektriciteit | van Berkel, 2012 |
| Hybride warmtepomp - ventilatielucht | Ruimteverwarming | Woning: LT 30 kWh/m ² | 0,94 | Gas | ACM, 2015 |
| Hybride warmtepomp - ventilatielucht | Ruimteverwarming | Woning: LT 50 kWh/m ² | 0,94 | Gas | ACM, 2015 |
| Hybride warmtepomp - ventilatielucht | Ruimteverwarming | Utiliteit: Maximale verbetering | 0,94 | Gas | ACM, 2015 |
| Hybride warmtepomp - ventilatielucht | Ruimteverwarming | Utiliteit: Minimale verbetering | 0,94 | Gas | ACM, 2015 |
| Hybride warmtepomp - ventilatielucht | Ruimteverwarming | Woning: MT 70 kWh/m ² | 0,94 | Gas | ACM, 2015 |
| Hybride warmtepomp - ventilatielucht | Ruimteverwarming | Woning: Huidig | 0,94 | Gas | ACM, 2015 |
| Hybride warmtepomp - buitenlucht | Warm tapwater | Alle | 1 | Elektriciteit | None |
| Hybride warmtepomp - buitenlucht | Warm tapwater | Alle | 0,65 | Gas | Aanname CE Delft |
| Hybride warmtepomp - buitenlucht | Ruimteverwarming | Woning: LT 30 kWh/m ² | 4,8 | Elektriciteit | van Berkel, 2012 |
| Hybride warmtepomp - buitenlucht | Ruimteverwarming | Woning: LT 50 kWh/m ² | 3,9 | Elektriciteit | van Berkel, 2012 |
| Hybride warmtepomp - buitenlucht | Ruimteverwarming | Utiliteit: Maximale verbetering | 4,8 | Elektriciteit | van Berkel, 2012 |
| Hybride warmtepomp - buitenlucht | Ruimteverwarming | Utiliteit: Minimale verbetering | 3,9 | Elektriciteit | van Berkel, 2012 |
| Hybride warmtepomp - buitenlucht | Ruimteverwarming | Woning: MT 70 kWh/m ² | 3,68 | Elektriciteit | van Berkel, 2012 |
| Hybride warmtepomp - buitenlucht | Ruimteverwarming | Woning: Huidig | 3,7 | Elektriciteit | van Berkel, 2012 |
| Hybride warmtepomp - buitenlucht | Ruimteverwarming | Utiliteit: Geen verbetering | 3,7 | Elektriciteit | van Berkel, 2012 |

| Techniek | Functie | Isolatie niveau | Rendement | Energiedrager | Bron |
|---|------------------|----------------------------------|-----------|--------------------|------------------|
| Hybride warmtepomp - buitenlucht | Ruimteverwarming | Woning: LT 30 kWh/m ² | 0,94 | Gas | ACM, 2015 |
| Hybride warmtepomp - buitenlucht | Ruimteverwarming | Woning: LT 50 kWh/m ² | 0,94 | Gas | ACM, 2015 |
| Hybride warmtepomp - buitenlucht | Ruimteverwarming | Utiliteit: Maximale verbetering | 0,94 | Gas | ACM, 2015 |
| Hybride warmtepomp - buitenlucht | Ruimteverwarming | Utiliteit: Minimale verbetering | 0,94 | Gas | ACM, 2015 |
| Hybride warmtepomp - buitenlucht | Ruimteverwarming | Woning: MT 70 kWh/m ² | 0,94 | Gas | ACM, 2015 |
| Hybride warmtepomp - buitenlucht | Ruimteverwarming | Woning: Huidig | 0,94 | Gas | ACM, 2015 |
| Hybride warmtepomp - buitenlucht | Ruimteverwarming | Utiliteit: Geen verbetering | 0,94 | Gas | ACM, 2015 |
| Cv-ketel [vaste biomassa] | Warm tapwater | Alle | 0,65 | Biomassa | Aanname CE Delft |
| Cv-ketel [vaste biomassa] | Ruimteverwarming | Alle | 1 | Elektriciteit | None |
| Cv-ketel [vaste biomassa] | Ruimteverwarming | Alle | 0,95 | Biomassa | CE Delft, lopend |
| Warmtenet HT | Warm tapwater | Alle | 1 | Elektriciteit | None |
| Warmtenet HT | Warm tapwater | Alle | 1 | Water warmtenet HT | None |
| Warmtenet HT | Ruimteverwarming | Alle | 1 | Elektriciteit | None |
| Warmtenet HT | Ruimteverwarming | Alle | 1 | Water warmtenet HT | None |
| Warmtenet MT | Warm tapwater | Alle | 1 | Elektriciteit | None |
| Warmtenet MT | Warm tapwater | Alle | 1 | Water warmtenet MT | None |
| Warmtenet MT | Ruimteverwarming | Alle | 1 | Elektriciteit | None |
| Warmtenet MT | Ruimteverwarming | Alle | 1 | Water warmtenet MT | None |
| Warmtenet LT | Ruimteverwarming | Alle | 1 | Elektriciteit | None |
| Warmtenet LT | Ruimteverwarming | Alle | 1 | Water warmtenet LT | None |
| Warmtenet LT met individuele warmtepomp | Ruimteverkoeling | Alle | 41 | Elektriciteit | None |
| Warmtenet LT met individuele warmtepomp | Ruimteverkoeling | Alle | 41 | Water warmtenet LT | None |
| Warmtenet LT met individuele warmtepomp | Warm tapwater | Alle | 4 | Elektriciteit | None |

| Techniek | Functie | Isolatie niveau | Rendement | Energiedrager | Bron |
|--|------------------|----------------------------------|-----------|---------------------|------------------|
| Warmtenet LT met individuele warmtepomp | Warm tapwater | Alle | 4 | Water warmtenet LT | None |
| Warmtenet LT met individuele warmtepomp | Ruimteverwarming | Woning: LT 30 kWh/m ² | 6,1 | Elektriciteit | None |
| Warmtenet LT met individuele warmtepomp | Ruimteverwarming | Woning: LT 50 kWh/m ² | 6,1 | Elektriciteit | None |
| Warmtenet LT met individuele warmtepomp | Ruimteverwarming | Woning: MT 70 kWh/m ² | 5,5 | Elektriciteit | None |
| Warmtenet LT met individuele warmtepomp | Ruimteverwarming | Utiliteit: Minimale verbetering | 5,5 | Elektriciteit | None |
| Warmtenet LT met individuele warmtepomp | Ruimteverwarming | Utiliteit: Maximale verbetering | 6,1 | Elektriciteit | None |
| Warmtenet LT met individuele warmtepomp | Ruimteverwarming | Woning: LT 30 kWh/m ² | 6,1 | Water warmtenet LT | None |
| Warmtenet LT met individuele warmtepomp | Ruimteverwarming | Woning:LT 50 kWh/m ² | 6,1 | Water warmtenet LT | None |
| Warmtenet LT met individuele warmtepomp | Ruimteverwarming | Woning:MT 70 kWh/m ² | 5,5 | Water warmtenet LT | None |
| Warmtenet LT met individuele warmtepomp | Ruimteverwarming | Utiliteit: Minimale verbetering | 5,5 | Water warmtenet LT | None |
| Warmtenet LT met individuele warmtepomp | Ruimteverwarming | Utiliteit: Maximale verbetering | 6,1 | Water warmtenet LT | None |
| Warmtenet ZLT met individuele warmtepomp | Ruimteverkoeling | Alle | 20 | Water warmtenet ZLT | Aanname CE Delft |
| Warmtenet ZLT met individuele warmtepomp | Ruimteverkoeling | Alle | 20 | Elektriciteit | None |
| Warmtenet ZLT met individuele warmtepomp | Warm tapwater | Alle | 4 | Water warmtenet ZLT | None |
| Warmtenet ZLT met individuele warmtepomp | Warm tapwater | Alle | 4 | Elektriciteit | None |
| Warmtenet ZLT met individuele warmtepomp | Ruimteverwarming | Woning: LT 30 kWh/m ² | 6,1 | Water warmtenet ZLT | None |
| Warmtenet ZLT met individuele warmtepomp | Ruimteverwarming | Woning: LT 50 kWh/m ² | 6,1 | Water warmtenet ZLT | None |

| Techniek | Functie | Isolatie niveau | Rendement | Energiedrager | Bron |
|--|------------------|----------------------------------|-----------|---------------------|------------------|
| Warmtenet ZLT met individuele warmtepomp | Ruimteverwarming | Woning: MT 70 kWh/m ² | 5,5 | Water warmtenet ZLT | None |
| Warmtenet ZLT met individuele warmtepomp | Ruimteverwarming | Utiliteit: Minimale verbetering | 5,5 | Water warmtenet ZLT | None |
| Warmtenet ZLT met individuele warmtepomp | Ruimteverwarming | Utiliteit: Maximale verbetering | 6,1 | Water warmtenet ZLT | None |
| Warmtenet ZLT met individuele warmtepomp | Ruimteverwarming | Woning: LT 30 kWh/m ² | 6,1 | Elektriciteit | None |
| Warmtenet ZLT met individuele warmtepomp | Ruimteverwarming | Woning: LT 50 kWh/m ² | 6,1 | Elektriciteit | None |
| Warmtenet ZLT met individuele warmtepomp | Ruimteverwarming | Woning: MT 70 kWh/m ² | 5,5 | Elektriciteit | None |
| Warmtenet ZLT met individuele warmtepomp | Ruimteverwarming | Utiliteit: Minimale verbetering | 5,5 | Elektriciteit | None |
| Warmtenet ZLT met individuele warmtepomp | Ruimteverwarming | Utiliteit: Maximale verbetering | 6,1 | Elektriciteit | None |
| Wko-net | Ruimteverkoeling | Alle | 1 | Elektriciteit | None |
| Wko-net | Ruimteverkoeling | Alle | 1 | Water koudenet Wko | None |
| Wko-net | Ruimteverkoeling | Alle | 1 | Water warmtenet Wko | None |
| Wko-net | Ruimteverwarming | Alle | 1 | Elektriciteit | None |
| Wko-net | Ruimteverwarming | Alle | 1 | Water koudenet Wko | None |
| Wko-net | Ruimteverwarming | Alle | 1 | Water warmtenet Wko | None |
| Hr-ketel [waterstof] | Warm tapwater | Alle | 1 | Elektriciteit | None |
| Hr-ketel [waterstof] | Warm tapwater | Alle | 0,65 | Waterstof | Aanname CE Delft |
| Hr-ketel [waterstof] | Ruimteverwarming | Alle | 1 | Elektriciteit | None |
| Hr-ketel [waterstof] | Ruimteverwarming | Alle | 0,95 | Waterstof | Aanname CE Delft |
| Hybride warmtepomp - ventilatielucht [waterstof] | Warm tapwater | Alle | 1 | Elektriciteit | None |
| Hybride warmtepomp - ventilatielucht [waterstof] | Warm tapwater | Alle | 0,65 | Waterstof | Aanname CE Delft |

| Techniek | Functie | Isolatie niveau | Rendement | Energiedrager | Bron |
|--|------------------|----------------------------------|-----------|---------------|------------------|
| Hybride warmtepomp - ventilatielucht [waterstof] | Ruimteverwarming | Woning: LT 30 kWh/m ² | 5,7 | Elektriciteit | van Berkel, 2012 |
| Hybride warmtepomp - ventilatielucht [waterstof] | Ruimteverwarming | Woning: LT 50 kWh/m ² | 5,1 | Elektriciteit | van Berkel, 2012 |
| Hybride warmtepomp - ventilatielucht [waterstof] | Ruimteverwarming | Utiliteit: Maximale verbetering | 5,7 | Elektriciteit | van Berkel, 2012 |
| Hybride warmtepomp - ventilatielucht [waterstof] | Ruimteverwarming | Utiliteit: Minimale verbetering | 5,1 | Elektriciteit | van Berkel, 2012 |
| Hybride warmtepomp - ventilatielucht [waterstof] | Ruimteverwarming | Woning: MT 70 kWh/m ² | 5 | Elektriciteit | van Berkel, 2012 |
| Hybride warmtepomp - ventilatielucht [waterstof] | Ruimteverwarming | Woning: Huidig | 5 | Elektriciteit | van Berkel, 2012 |
| Hybride warmtepomp - ventilatielucht [waterstof] | Ruimteverwarming | Woning: LT 30 kWh/m ² | 0,94 | Waterstof | ACM, 2015 |
| Hybride warmtepomp - ventilatielucht [waterstof] | Ruimteverwarming | Woning: LT 50 kWh/m ² | 0,94 | Waterstof | ACM, 2015 |
| Hybride warmtepomp - ventilatielucht [waterstof] | Ruimteverwarming | Utiliteit: Maximale verbetering | 0,94 | Waterstof | ACM, 2015 |
| Hybride warmtepomp - ventilatielucht [waterstof] | Ruimteverwarming | Utiliteit: Minimale verbetering | 0,94 | Waterstof | ACM, 2015 |
| Hybride warmtepomp - ventilatielucht [waterstof] | Ruimteverwarming | Woning: MT 70 kWh/m ² | 0,94 | Waterstof | ACM, 2015 |
| Hybride warmtepomp - ventilatielucht [waterstof] | Ruimteverwarming | Woning: Huidig | 0,94 | Waterstof | ACM, 2015 |
| Hybride warmtepomp - | Warm tapwater | Alle | 1 | Elektriciteit | None |

| Techniek | Functie | Isolatieniveau | Rendement | Energiedrager | Bron |
|---|------------------|---------------------------------------|-----------|---------------|---------------------|
| buitenlucht [waterstof] | | | | | |
| Hybride warmtepomp - buitenlucht [waterstof] | Warm tapwater | Alle | 0,65 | Waterstof | Aanname CE Delft |
| Hybride warmtepomp - buitenlucht [waterstof] | Ruimteverwarming | Woning: LT 30 kWh/m ² | 4,8 | Elektriciteit | van Berkel, 2012 |
| Hybride warmtepomp - buitenlucht [waterstof] | Ruimteverwarming | Woning: LT 50 kWh/m ² | 3,9 | Elektriciteit | van Berkel, 2012 |
| Hybride warmtepomp - buitenlucht [waterstof] | Ruimteverwarming | Utiliteit: Maximale verbetering | 4,8 | Elektriciteit | van Berkel, 2012 |
| Hybride warmtepomp - buitenlucht [waterstof] | Ruimteverwarming | Utiliteit: Minimale verbetering | 3,9 | Elektriciteit | van Berkel, 2012 |
| Hybride warmtepomp - buitenlucht [waterstof] | Ruimteverwarming | Woning: MT 70 kWh/m ² | 3,68 | Elektriciteit | van Berkel, 2012 |
| Hybride warmtepomp - buitenlucht [waterstof] | Ruimteverwarming | Woning: Huidig | 3,7 | Elektriciteit | van Berkel, 2012 |
| Hybride warmtepomp - buitenlucht [waterstof] | Ruimteverwarming | Utiliteit: Geen verbetering | 3,7 | Elektriciteit | van Berkel, 2012 |
| Hybride warmtepomp - buitenlucht [waterstof] | Ruimteverwarming | Woning: LT 30 kWh/m ² | 0,94 | Waterstof | ACM, 2015 |
| Hybride warmtepomp - buitenlucht [waterstof] | Ruimteverwarming | Woning: LT 50 kWh/m ² | 0,94 | Waterstof | ACM, 2015 |
| Hybride warmtepomp - buitenlucht [waterstof] | Ruimteverwarming | Utiliteit: Maximale verbetering | 0,94 | Waterstof | ACM, 2015 |
| Hybride warmtepomp - buitenlucht [waterstof] | Ruimteverwarming | Utiliteit: Minimale verbetering | 0,94 | Waterstof | ACM, 2015 |

| Techniek | Functie | Isolatieniveau | Rendement | Energiedrager | Bron |
|--|------------------|----------------------------------|-----------|---------------|-----------|
| Hybride warmtepomp - buitenlucht [waterstof] | Ruimteverwarming | Woning: MT 70 kWh/m ² | 0,94 | Waterstof | ACM, 2015 |
| Hybride warmtepomp - buitenlucht [waterstof] | Ruimteverwarming | Woning: Huidig | 0,94 | Waterstof | ACM, 2015 |
| Hybride warmtepomp - buitenlucht [waterstof] | Ruimteverwarming | Utiliteit: Geen verbetering | 0,94 | Waterstof | ACM, 2015 |

Infrastructuur

De kostenparameters voor de infrastructuur zijn weergegeven in Tabel 9 en Tabel 10.

Tabel 9 - Inputwaarden voor infrastructuur kosten en kosten voor aansluiting in de woning

| Infrastructuur | Investering per meter | Investering per woning | Operationele kosten per meter | Operationele kosten per woning | Bron |
|----------------|-----------------------|------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--|
| Elektriciteit | 110 €/m | 758,33 €/aansluiting | 7,70 €/m/jaar | 0 €/aansluiting/jaar | Netbeheer Nederland 2019; ACM, 2019; Stedin; Stedin |
| Gas | 300 €/m | 858 €/aansluiting | 7 €/m/jaar | 0 €/aansluiting/jaar | Netbeheer Nederland 2019; ACM, 2019; Stedin; Stedin |
| Waterstof | 330 €/m | 943,80 €/aansluiting | 7,70 €/m/jaar | 0 €/aansluiting/jaar | Aanname CE Delft; Aanname CE Delft; Aanname CE Delft; Aanname CE Delft |

Tabel 10 - Kosten voor aansluiting utiliteit in €/m²/jaar

| Infrastructuur | Kantoor | Winkel | Gezondheidszorg | Logies | Onderwijs | Bijeenkomst | Sport | Cel | Anders | Bron |
|----------------|---------|--------|-----------------|--------|-----------|-------------|-------|------|--------|------------------|
| Elektriciteit | 1,43 | 1,11 | 0,49 | 0,49 | 0,49 | 0,49 | 0,48 | 0,49 | 1,43 | RVO module |
| Gas | 0,48 | 0,26 | 0,23 | 0,15 | 0,25 | 0,23 | 0,19 | 0,22 | 0,12 | RVO module |
| Waterstof | 0,53 | 0,29 | 0,25 | 0,17 | 0,28 | 0,25 | 0,21 | 0,24 | 0,13 | Aanname CE Delft |

Overige parameters

De huidige warmtevraag voor woningen is afhankelijk van het type woning en het bouwjaar van de woning. De kentallen voor de warmtevraag per m² zijn weergegeven in Tabel 11.

Tabel 11 - De huidige warmtevraag voor ruimteverwarming van woningen per woningtype en bouwjaar-categorie

| Woningtype | Bouwjaar | Huidige warmtevraag [kWh/m ²] | Bron |
|---------------------|---------------|---|---------------|
| Vrijstaand | voor 1900 | 127 | Merosch, 2020 |
| Vrijstaand | 1900 tot 1945 | 127 | Merosch, 2020 |
| Vrijstaand | 1946 tot 1991 | 113 | Merosch, 2020 |
| Vrijstaand | 1992 tot 2005 | 85 | Merosch, 2020 |
| Vrijstaand | na 2005 | 71 | Merosch, 2020 |
| Hoekwoning | voor 1900 | 114 | Merosch, 2020 |
| Hoekwoning | 1900 tot 1945 | 114 | Merosch, 2020 |
| Hoekwoning | 1946 tot 1991 | 95 | Merosch, 2020 |
| Hoekwoning | 1992 tot 2005 | 61 | Merosch, 2020 |
| Hoekwoning | na 2005 | 41 | Merosch, 2020 |
| Rijwoning | voor 1900 | 114 | Merosch, 2020 |
| Rijwoning | 1900 tot 1945 | 114 | Merosch, 2020 |
| Rijwoning | 1946 tot 1991 | 95 | Merosch, 2020 |
| Rijwoning | 1992 tot 2005 | 61 | Merosch, 2020 |
| Rijwoning | na 2005 | 43 | Merosch, 2020 |
| 2-onder-1-kapwoning | voor 1900 | 110 | Merosch, 2020 |
| 2-onder-1-kapwoning | 1900 tot 1945 | 110 | Merosch, 2020 |
| 2-onder-1-kapwoning | 1946 tot 1991 | 102 | Merosch, 2020 |
| 2-onder-1-kapwoning | 1992 tot 2005 | 73 | Merosch, 2020 |
| 2-onder-1-kapwoning | na 2005 | 52 | Merosch, 2020 |
| Appartement | voor 1900 | 109 | Merosch, 2020 |
| Appartement | 1900 tot 1945 | 109 | Merosch, 2020 |
| Appartement | 1946 tot 1991 | 90 | Merosch, 2020 |
| Appartement | 1992 tot 2005 | 63 | Merosch, 2020 |
| Appartement | na 2005 | 42 | Merosch, 2020 |

In CEGOIA gaan we uit van drie isolatieniveaus, een middentemperatuurniveau met een warmtevraag van 70 kWh/m², een laagtemperatuurniveau met een warmtevraag van 50 kWh/m² en een zeerlaagtemperatuurniveau met een warmtevraag van 30 kWh/m².

Tabel 12 - De kosten om te isoleren per woningtype en bouwjaar voor drie verschillende isolatieniveaus.

| Woningtype | Bouwjaar | MT 70 kWh/m ² | LT 50 kWh/m ² | ZLT 30 kWh/m ² | Bron |
|------------|---------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------|
| Vrijstaand | voor 1900 | € 172 | € 330 | € 482 | Merosch, 2020 |
| Vrijstaand | 1900 tot 1945 | € 172 | € 330 | € 482 | Merosch, 2020 |
| Vrijstaand | 1946 tot 1991 | € 150 | € 236 | € 590 | Merosch, 2020 |
| Vrijstaand | 1992 tot 2005 | € 0 | € 149 | € 296 | Merosch, 2020 |
| Vrijstaand | na 2005 | € 0 | € 0 | € 38 | Merosch, 2020 |
| Hoekwoning | voor 1900 | € 114 | € 179 | € 283 | Merosch, 2020 |
| Hoekwoning | 1900 tot 1945 | € 114 | € 179 | € 283 | Merosch, 2020 |
| Hoekwoning | 1946 tot 1991 | € 103 | € 161 | € 358 | Merosch, 2020 |

| Woningtype | Bouwjaar | MT 70 kWh/m ² | LT 50 kWh/m ² | ZLT 30 kWh/m ² | Bron |
|---------------------|---------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------|
| Hoekwoning | 1992 tot 2005 | € 0 | € 110 | € 231 | Merosch, 2020 |
| Hoekwoning | na 2005 | € 0 | € 0 | € 32 | Merosch, 2020 |
| Rijwoning | voor 1900 | € 114 | € 179 | € 283 | Merosch, 2020 |
| Rijwoning | 1900 tot 1945 | € 114 | € 179 | € 283 | Merosch, 2020 |
| Rijwoning | 1946 tot 1991 | € 103 | € 161 | € 358 | Merosch, 2020 |
| Rijwoning | 1992 tot 2005 | € 0 | € 110 | € 231 | Merosch, 2020 |
| Rijwoning | na 2005 | € 0 | € 0 | € 32 | Merosch, 2020 |
| 2-onder-1-kapwoning | voor 1900 | € 111 | € 201 | € 311 | Merosch, 2020 |
| 2-onder-1-kapwoning | 1900 tot 1945 | € 111 | € 201 | € 311 | Merosch, 2020 |
| 2-onder-1-kapwoning | 1946 tot 1991 | € 107 | € 164 | € 430 | Merosch, 2020 |
| 2-onder-1-kapwoning | 1992 tot 2005 | € 0 | € 136 | € 279 | Merosch, 2020 |
| 2-onder-1-kapwoning | na 2005 | € 0 | € 0 | € 29 | Merosch, 2020 |
| Appartement | voor 1900 | € 96 | € 160 | € 320 | Merosch, 2020 |
| Appartement | 1900 tot 1945 | € 96 | € 160 | € 320 | Merosch, 2020 |
| Appartement | 1946 tot 1991 | € 62 | € 122 | € 350 | Merosch, 2020 |
| Appartement | 1992 tot 2005 | € 0 | € 93 | € 223 | Merosch, 2020 |
| Appartement | na 2005 | € 0 | € 0 | € 46 | Merosch, 2020 |

De warmtevraag voor utiliteit is afhankelijk van de utiliteitsfunctie. Voor utiliteit gaan we uit van twee isolatieniveaus, minimale besparing (Niveau B) en maximale besparing (Niveau A). De kosten voor isolatie zijn weergegeven in Tabel 14.

Tabel 13 - De warmtevraag van utiliteit in GJ/m² voor verschillende isolatieniveaus

| Functie | Bouwjaar | Warmtevraag huidig [GJ/m ²] | Warmtevraag Niveau B [GJ/m ²] | Warmtevraag Niveau A [GJ/m ²] | Bron |
|-----------------|---------------|---|---|---|-----------|
| Kantoor | voor 1920 | 0,98 | 0,21 | 0,15 | PBL, 2021 |
| Kantoor | 1920 tot 1974 | 0,77 | 0,21 | 0,15 | PBL, 2021 |
| Kantoor | 1975 tot 1989 | 0,21 | 0,21 | 0,15 | PBL, 2021 |
| Kantoor | 1990 tot 1994 | 0,36 | 0,36 | 0,15 | PBL, 2021 |
| Kantoor | na 1994 | 0,3 | 0,3 | 0,15 | PBL, 2021 |
| Winkel | voor 1920 | 0,49 | 0,11 | 0,07 | PBL, 2021 |
| Winkel | 1920 tot 1974 | 0,39 | 0,11 | 0,07 | PBL, 2021 |
| Winkel | 1975 tot 1989 | 0,11 | 0,11 | 0,07 | PBL, 2021 |
| Winkel | 1990 tot 1994 | 0,19 | 0,19 | 0,07 | PBL, 2021 |
| Winkel | na 1994 | 0,15 | 0,15 | 0,07 | PBL, 2021 |
| Gezondheidszorg | voor 1920 | 1,12 | 0,28 | 0,19 | PBL, 2021 |
| Gezondheidszorg | 1920 tot 1974 | 0,82 | 0,27 | 0,19 | PBL, 2021 |
| Gezondheidszorg | 1975 tot 1989 | 0,27 | 0,27 | 0,19 | PBL, 2021 |
| Gezondheidszorg | 1990 tot 1994 | 0,45 | 0,45 | 0,19 | PBL, 2021 |
| Gezondheidszorg | na 1994 | 0,38 | 0,38 | 0,2 | PBL, 2021 |
| Logies | voor 1920 | 0,72 | 0,2 | 0,14 | PBL, 2021 |
| Logies | 1920 tot 1974 | 0,58 | 0,2 | 0,14 | PBL, 2021 |
| Logies | 1975 tot 1989 | 0,2 | 0,2 | 0,14 | PBL, 2021 |
| Logies | 1990 tot 1994 | 0,3 | 0,3 | 0,14 | PBL, 2021 |
| Logies | na 1994 | 0,26 | 0,26 | 0,14 | PBL, 2021 |
| Onderwijs | voor 1920 | 0,52 | 0,11 | 0,08 | PBL, 2021 |
| Onderwijs | 1920 tot 1974 | 0,39 | 0,11 | 0,08 | PBL, 2021 |

| Functie | Bouwjaar | Warmtevraag huidig [GJ/m ²] | Warmtevraag Niveau B [GJ/m ²] | Warmtevraag Niveau A [GJ/m ²] | Bron |
|-------------|---------------|--|---|---|-----------|
| Onderwijs | 1975 tot 1989 | 0,11 | 0,11 | 0,08 | PBL, 2021 |
| Onderwijs | 1990 tot 1994 | 0,2 | 0,2 | 0,08 | PBL, 2021 |
| Onderwijs | na 1994 | 0,16 | 0,16 | 0,08 | PBL, 2021 |
| Bijeenkomst | voor 1920 | 0,56 | 0,15 | 0,11 | PBL, 2021 |
| Bijeenkomst | 1920 tot 1974 | 0,81 | 0,27 | 0,19 | PBL, 2021 |
| Bijeenkomst | 1975 tot 1989 | 0,37 | 0,37 | 0,26 | PBL, 2021 |
| Bijeenkomst | 1990 tot 1994 | 0,62 | 0,62 | 0,27 | PBL, 2021 |
| Bijeenkomst | na 1994 | 0,44 | 0,44 | 0,23 | PBL, 2021 |
| Sport | voor 1920 | 0,72 | 0,21 | 0,15 | PBL, 2021 |
| Sport | 1920 tot 1974 | 0,54 | 0,21 | 0,15 | PBL, 2021 |
| Sport | 1975 tot 1989 | 0,21 | 0,21 | 0,15 | PBL, 2021 |
| Sport | 1990 tot 1994 | 0,33 | 0,33 | 0,15 | PBL, 2021 |
| Sport | na 1994 | 0,28 | 0,28 | 0,15 | PBL, 2021 |
| Cel | voor 1920 | 1,17 | 0,28 | 0,19 | PBL, 2021 |
| Cel | 1920 tot 1974 | 0,8 | 0,28 | 0,19 | PBL, 2021 |
| Cel | 1975 tot 1989 | 0,28 | 0,28 | 0,19 | PBL, 2021 |
| Cel | 1990 tot 1994 | 0,47 | 0,47 | 0,19 | PBL, 2021 |
| Cel | na 1994 | 0,38 | 0,38 | 0,19 | PBL, 2021 |

Tabel 14 - De investeringskosten voor isolatiemaatregelen in €/m² voor utiliteit

| Functie | Bouwjaar | Isolatiekosten Niveau B (€/m ²) | Isolatiekosten Niveau A (€/m ²) | Bron |
|-----------------|-------------|--|--|-----------|
| Kantoor | before-1920 | 125 | 150 | PBL, 2021 |
| Kantoor | 1920-1974 | 124,46 | 149,52 | PBL, 2021 |
| Kantoor | 1975-1989 | 114,89 | 140,98 | PBL, 2021 |
| Kantoor | 1990-1994 | 0 | 119,01 | PBL, 2021 |
| Kantoor | after-1994 | 0 | 119,02 | PBL, 2021 |
| Winkel | before-1920 | 156 | 187 | PBL, 2021 |
| Winkel | 1920-1974 | 155,39 | 186,45 | PBL, 2021 |
| Winkel | 1975-1989 | 141,5 | 173,84 | PBL, 2021 |
| Winkel | 1990-1994 | 0 | 148 | PBL, 2021 |
| Winkel | after-1994 | 0 | 148 | PBL, 2021 |
| Gezondheidszorg | before-1920 | 131 | 157 | PBL, 2021 |
| Gezondheidszorg | 1920-1974 | 130,44 | 156,51 | PBL, 2021 |
| Gezondheidszorg | 1975-1989 | 119,42 | 146,8 | PBL, 2021 |
| Gezondheidszorg | 1990-1994 | 0 | 125 | PBL, 2021 |
| Gezondheidszorg | after-1994 | 0 | 125 | PBL, 2021 |
| Logies | before-1920 | 124 | 149 | PBL, 2021 |
| Logies | 1920-1974 | 123,48 | 148,54 | PBL, 2021 |
| Logies | 1975-1989 | 114,47 | 140,47 | PBL, 2021 |
| Logies | 1990-1994 | 0 | 118,03 | PBL, 2021 |
| Logies | after-1994 | 0 | 118,03 | PBL, 2021 |
| Onderwijs | before-1920 | 112 | 134 | PBL, 2021 |
| Onderwijs | 1920-1974 | 111,54 | 133,6 | PBL, 2021 |
| Onderwijs | 1975-1989 | 99,48 | 122,85 | PBL, 2021 |
| Onderwijs | 1990-1994 | 0 | 106 | PBL, 2021 |

| Functie | Bouwjaar | Isolatiekosten Niveau B (€/m ²) | Isolatiekosten Niveau A (€/m ²) | Bron |
|-------------|-------------|--|--|-----------|
| Onderwijs | after-1994 | 0 | 106,03 | PBL, 2021 |
| Bijeenkomst | before-1920 | 155 | 185 | PBL, 2021 |
| Bijeenkomst | 1920-1974 | 154,34 | 184,42 | PBL, 2021 |
| Bijeenkomst | 1975-1989 | 141,89 | 173,53 | PBL, 2021 |
| Bijeenkomst | 1990-1994 | 0 | 146,96 | PBL, 2021 |
| Bijeenkomst | after-1994 | 0 | 147 | PBL, 2021 |
| Sport | before-1920 | 181 | 217 | PBL, 2021 |
| Sport | 1920-1974 | 180,04 | 216,18 | PBL, 2021 |
| Sport | 1975-1989 | 162,61 | 201,31 | PBL, 2021 |
| Sport | 1990-1994 | 0 | 171,98 | PBL, 2021 |
| Sport | after-1994 | 0 | 171,98 | PBL, 2021 |
| Cel | before-1920 | 127 | 153 | PBL, 2021 |
| Cel | 1920-1974 | 126,47 | 152,51 | PBL, 2021 |
| Cel | 1975-1989 | 118,04 | 144,95 | PBL, 2021 |
| Cel | 1990-1994 | 0 | 121 | PBL, 2021 |
| Cel | after-1994 | 0 | 121 | PBL, 2021 |

Tabel 15 - Overige energievragen woningen

| Isolatieniveau | Ventilatie (GJ/m ²) | Koude (GJ/m ²) | Hulpenergie (GJ/m ²) | Warm tapwater (GJ/m ²) | Bron |
|--------------------------|------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--|
| LT 30 kWh/m ² | 0,03 | 0,05 | 0,01 | 4 | Aanname CE Delft; Aanname CE Delft; RVO, 2019; ECN, 2009 |
| LT 50 kWh/m ² | 0,02 | 0,05 | 0,01 | 4 | Aanname CE Delft; Aanname CE Delft; RVO, 2019; ECN, 2009 |
| MT 70 kWh/m ² | 0 | 0 | 0,01 | 4 | Aanname CE Delft; Aanname CE Delft; RVO, 2019; ECN, 2009 |
| Huidig | 0 | 0 | 0,01 | 4 | Aanname CE Delft; Aanname CE Delft; RVO, 2019; ECN, 2009 |

Tabel 16 - Overige energievragen van utiliteit

| Functie | Ventilatie (GJ/m ²) | Koude (GJ/m ²) | Hulpenergie (GJ/m ²) | Apparaten (GJ/m ²) | Warm tapwater (GJ/pp) | Bron |
|-----------------|------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| Bijeenkomst | 0,05 | 0,18 | 0,01 | 0,13 | 0,03 | CE Delft et al., 2019 |
| Cel | 0,05 | 0,09 | 0,01 | 0,45 | 0,0 | CE Delft et al., 2019 |
| Gezondheidszorg | 0,05 | 0,03 | 0,01 | 0,23 | 0,04 | CE Delft et al., 2019 |
| Kantoor | 0,02 | 0,09 | 0,01 | 0,45 | 0,0 | CE Delft et al., 2019 |
| Logies | 0,05 | 0,16 | 0,01 | 0,09 | 0,04 | CE Delft et al., 2019 |
| Onderwijs | 0,01 | 0,0 | 0,01 | 0,15 | 0,01 | CE Delft et al., 2019 |
| Anders | 0 | 0,09 | 0,01 | 0,45 | 0,0 | CE Delft et al., 2019 |
| Sport | 0,08 | 0,09 | 0,01 | 0,45 | 0,0 | CE Delft et al., 2019 |
| Winkel | 0,01 | 0,04 | 0,01 | 0,57 | 0,0 | CE Delft et al., 2019 |

Tabel 17 - Ouderdomsfactoren: kostenverhogende factor vanwege ouderdom van de gebouwen

| Investeringsonderdeel | Bouwjaar voor 1900 | Bouwjaar 1900-1945 | Bron |
|------------------------|--------------------|--------------------|------------------|
| Energie-infrastructuur | 2,5 | 1,5 | Aanname CE Delft |
| Isolatiemaatregelen | 2 | 1 | Aanname CE Delft |
| Amovering | 2 | 1 | Aanname CE Delft |

Tabel 18 - Inputwaarden potentieel dakoppervlakte zon-PV

| Onderdeel | Factor | Bron |
|--|--------|------------------|
| Beschikbaar oppervlak gestapelde woningen | 0,5 | Aanname CE Delft |
| Gestapelde woningen | 0,25 | Aanname CE Delft |
| Beschikbaar oppervlak grondgebonden woningen | 0,33 | Aanname CE Delft |
| Grondgebonden woningen | 0,33 | Aanname CE Delft |

De kosten voor netverzwaring bij gebruik van elektrische warmtepompen bedragen zonder leercurve 938 €/kW (Stedin, lopend).

Tabel 19 - Inputwaarden netverzwaring elektriciteit

| Techniek | Isolatieschil | Netverzwaring (kW/woning) | Bron |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------|------|
| Warmtepomp - bodem | LT 30 kWh/m ² | 2 | Geen |
| Warmtepomp - bodem | LT 50 kWh/m ² | 2 | Geen |
| Warmtepomp - bodem | MT 70 kWh/m ² | 2 | Geen |
| Warmtepomp - buitenlucht | LT 30 kWh/m ² | 2 | Geen |
| Warmtepomp - buitenlucht | LT 50 kWh/m ² | 2 | Geen |
| Warmtepomp - buitenlucht | MT 70 kWh/m ² | 2 | Geen |

Voor warmtelevering met een warmtenet wordt een leidingverlies aangehouden, voor de waarde hiervan zie Tabel 6. De gelijktijdigheidsfactor voor de aansluitingen op het warmtenet wordt verondersteld op 50%.

Tabel 20 - Inputwaarden warmtenet

| Type gebouw | Aansluitkosten | Aansluitwaarde | Bron |
|---------------------------|----------------------|------------------------|-----------------------------|
| Grondgebonden woning | 10.000 €/weq | 9 kW/weq | Nuon Warmte; WNH |
| Gestapelde woning | 6.000 €/weq | 7,5 kW/weq | Nuon Warmte; Alliander |
| Woning met blokverwarming | 2.000 €/weq | 7,5 kW/weq | Aanname CE Delft; Alliander |
| Utiliteit | 150 €/m ² | 0,05 kW/m ² | Nuon Warmte; CE Delft, 2013 |

Tabel 21 - Inputwaarden aansluiting warmtenet

| Onderdeel | Waarde | Bron |
|---|----------|-----------------------|
| Investering onderstation | 135 €/kW | CE Delft et al., 2019 |
| Onderhoud onderstation | 3% | CE Delft, 2013 |
| Onderhoud transportleiding | 3% | CE Delft, 2013 |
| Onderhoud hoofdleiding | 3% | CE Delft, 2013 |
| Onderhoud zijleiding | 3% | CE Delft, 2013 |
| Investering wos | 100 €/kW | Tieleman, 2019 |
| Investering wos exclusief piekinstallatie | 75 €/kW | CE Delft, 2013 |
| Onderhoud wos | 3% | CE Delft et al., 2019 |
| Onderhoud aansluiting | 2,5% | CE Delft, 2013 |
| Investering collectieve warmtepomp | 680 €/kW | CE Delft et al., 2019 |
| Onderhoud collectieve warmtepomp | 0- | CE Delft, 2018 |

Tabel 22 - Bijstook factoren voor collectieve warmtebronnen

| Onderdeel | Waarde | Bron |
|--|--------|------|
| Bijstook woningen LT 30 kWh/m ² | 0,1 | Geen |
| Bijstook woningen LT 50 kWh/m ² | 0,15 | Geen |
| Bijstook woningen MT 70 kWh/m ² | 0,2 | Geen |
| Bijstook woningen Huidig | 0,25 | Geen |
| Bijstook utiliteit - Maximale verbetering | 0,1 | Geen |
| Bijstook utiliteit - Minimale verbetering | 0,15 | Geen |
| Bijstook utiliteit - Geen verbetering | 0,25 | Geen |

Tabel 23 - Bijstookfactoren geothermie

| Onderdeel | Waarde | Bron |
|--|--------|------------------|
| Bijstook woningen LT 30 kWh/m ² | 0,2 | Aanname CE Delft |
| Bijstook woningen LT 50 kWh/m ² | 0,25 | Aanname CE Delft |
| Bijstook woningen MT 70 kWh/m ² | 0,3 | Aanname CE Delft |
| Bijstook woningen Huidig | 0,35 | Aanname CE Delft |
| Bijstook utiliteit - Maximale verbetering | 0,38 | Aanname CE Delft |
| Bijstook utiliteit - Minimale verbetering | 0,25 | Aanname CE Delft |
| Bijstook utiliteit - Geen verbetering | 0,23 | Aanname CE Delft |

Tabel 24 - Belastingtarieven

| Onderdeel | Woningen | Utiliteit | Bron |
|---------------------------------------|------------|------------|-----------------------|
| Btw | 0,21% | 0% | Belastingdienst, 2020 |
| Energiebelasting elektriciteit | 27,06 €/GJ | 10,21 €/GJ | Belastingdienst, 2020 |
| Energiebelasting gas | 9,47 €/GJ | 9,47 €/GJ | Belastingdienst, 2020 |
| Opslag duurzame energie elektriciteit | 7,56 €/GJ | 7,75 €/GJ | Belastingdienst, 2020 |
| Opslag duurzame energie gas | 2,2 €/GJ | 2,2 €/GJ | Belastingdienst, 2020 |

Literatuurlijst

- ACM.** 2015. *Besluit maximumprijs levering warmte 2015 : Model voor de berekening van de maximumprijs en de eenmalige aansluitbijdrage warmte 2015 (XLSX - 42.44 KB)* [Online]. Available: <https://www.acm.nl/nl/publicaties/publicatie/13674/Besluit-maximumprijs-levering-warmte-2015> [Accessed].
- ACM.** 2019a. *Tarievenbesluit Enexis B.V, gas 2020 ; Besluit van de Autoriteit Consument en Markt als bedoeld in artikel 81c, eerste lid, van de Gaswet* [Online]. Den Haag: Autoriteit Consument & Markt (ACM). Available: <https://www.acm.nl/sites/default/files/documents/2019-11/tarievenbesluit-gas-2020-enexis.pdf> [Accessed].
- ACM.** 2019b. *Tarievenbesluit Liander N.V, gas 2020 ; Besluit van de Autoriteit Consument en Markt als bedoeld in artikel 81c, eerste lid, van de Gaswet* [Online]. Den Haag: Autoriteit Consument & Markt (ACM). Available: <https://www.acm.nl/sites/default/files/documents/2019-11/tarievenbesluit-gas-2020-liander.pdf> [Accessed].
- ACM.** 2019c. *Tarievenbesluit Stedin Netbeheer B.V. gas 2020 ; Besluit van de Autoriteit Consument en Markt als bedoeld in artikel 81c, eerste lid, van de Gaswet* [Online]. Den Haag: Autoriteit Consument & Markt (ACM). Available: <https://www.acm.nl/sites/default/files/documents/2019-11/tarievenbesluit-gas-2020-stedin.pdf> [Accessed].
- Alliander.** Persoonlijke communicatie.
- Arcadis.** 2013. *Maatregelen EPA-Maatwerkadvies Bestaande Woningbouw 2013* [Online]. Available: <https://refman.energytransitionmodel.com/publications/1817/download> [Accessed].
- Arcadis.** 2017. *Actualisatie Investeringskosten maatregelen EPA-Maatwerkadvies bestaande woningbouw 2017*. Arnhem, Arcadis Nederland B.V.
- Belastingdienst.** 2020. *Tabellen tarieven milieubelastingen*. [Online]. Available: https://www.belastingdienst.nl/wps/wcm/connect/bldcontentnl/belastingdienst/zakelijk/overige_belastingen/belastingen_op_milieugrondslag/tarieven_milieubelastingen/tabellen_tarieven_milieubelastingen [Accessed 2020].
- CBS Statline.** 2020a. *Energieverbruik particuliere woningen; woningtype en regio's : Aardgas gemiddelde NL in 2019* [Online]. CBS. Available: <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/81528NED/table?fromstatweb> [Accessed].
- CBS Statline.** 2020b. *Energieverbruik particuliere woningen; woningtype en regio's : Elektriciteit, gemiddelde NL in 2019* [Online]. CBS. Available: <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/81528NED/table?fromstatweb> [Accessed].
- CBS Statline.** 2020c. *Energieverbruik particuliere woningen; woningtype en regio's peiljaar 2017* [Online]. CBS. Available: <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/81528NED/table?fromstatweb> [Accessed].
- CE Delft.** 2013. *Vesta 2.0 - Uitbreidingen en dataverificaties*. Delft, CE Delft.
- CE Delft.** 2015. *Energiekentallen utiliteitsgebouwen Vesta 2.0, notitie*. Delft, CE Delft.
- CE Delft.** 2016a. *Ketenemissies warmtelevering; Directe en indirecte emissies*. Delft, CE Delft.
- CE Delft.** 2018. *Vesta functioneel ontwerp warmtenetten (concept 6 juni 2018)*. Delft, CE Delft.
- CE Delft.** 2020. *Grid reinforcement costs : Berekening op basis van Toelichting Gegevens Leidraad Warmtetransitie over Distributienetten per CBS Buurt via Stedin website* [Online]. Available: <https://www.stedin.net/zakelijk/open-data/dataset-leidraad-warmtetransitie> [Accessed].
- CE Delft.** 2020. *Waterstof in Vesta MAIS : Parameters vor modellering*. Delft, CE Delft.

CE Delft. lopend. *Alle warmtetechnieken voor bewoners* [Online]. Available: <https://www.ce.nl/warmtetechnieken> [Accessed 2021].

CE Delft. PBL, Ecorys & Objectvision, 2019. Functioneel ontwerp Vesta 4.0. Delft, CE Delft.

De Woonmensen. 2018. input per mail d.d. 29 mei 2018. Marisa Verdegaal (woningcorporatie Woonmensen).

ECN. 2009. Kentallen warmtevraag woningen. ECN.

EZK. 2020. *Kennisgeving standaard CO2-emissiefactor aardgas voor emissiehandel 2020*. Den Haag, Ministerie van Economische Zaken en Klimaat.

Generation.Energy. lopend. *Wij bieden realistisch inzicht in de energie transitie door hem een plek op de kaart te geven* [Online]. Available: <https://generation.energy/> [Accessed 2021].

Geothermie Nederland. lopend. *Geothermie Nederland : bron van energie (homepage)* [Online]. Available: <https://geothermie.nl/index.php/nl/> [Accessed 2021].

Houtpellets Online EU. ongoing. *Kostenbesparing Pellets tov Gas* [Online]. Available: <https://www.houtpellets-online.eu/kostenbesparing-pellets-tov-gas/> [Accessed 2021].

IF Technology. 2019a. Kengetallen Aquathermie. Arnhem, IF Technology.

Liander. Persoonlijke communicatie.

Meijer Energie & Milieumanagement B.V. 2008. SWING. Den Haag, Meijer Energie & Milieumanagement B.V.

Merosch. 2020. *Isolatiepakketten ten behoeve van het CEGOIA model*. Bodegraven, Merosh.

NEN. 2017. Nederlandse norm NEN 7120+C2/A1 (nl) : Energieprestatie van gebouwen- Bepalingsmethode = Energy performance of buildings -Determination method. Delft, Koninklijk Nederlands Normalisatie-instituut (NEN).

Netbeheer Nederland. 2019. *Basisinformatie over energie-infrastructuur : Opgesteld voor de Regionale Energie Strategieën* [Online]. Available: [https://www.netbeheernederland.nl/upload/Files/Basisdocument over energie-infrastructuur_143.pdf](https://www.netbeheernederland.nl/upload/Files/Basisdocument%20over%20energie-infrastructuur_143.pdf) [Accessed].

Nuon Warmte. Persoonlijke communicatie.

PBL. 2019. Klimaat- en energieverkenning 2019 (KEV). Den Haag, Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).

PBL. 2021. *Functioneel ontwerp Vesta MAIS 5.0*. Den Haag, Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).

Platform Geothermie. lopend. *Geothermie Nederland* [Online]. Available: <https://geothermie.nl/index.php/nl/> [Accessed 2021].

Rotterdam Engineering. lopend. *Specialist in de ontwikkeling en realisatie van ondergrondse transportleidingssystemen (Homepage)* [Online]. Available: <https://rotterdamengineering.nl/> [Accessed 2021].

RVO. 2019. Uniforme Maatlat Rekenmodel 4.3.3.: RVO.

Stedin. Persoonlijke communicatie.

Stedin. lopend. *Grid reinforcement additional capacity : Mondelinge toelichting Stedin n.a.v. Toelichting Gegevens Leidraad Warmtetransitie over Distributienetten per CBS Buurt via Stedin website* [Online]. Available: <https://www.stedin.net/zakelijk/open-data/dataset-leidraad-warmtetransitie> [Accessed].

Tieleman, Y. 2019. *Kostenraming warmtedistributienetten Tilburg : Technisch wijkenergieplan Tilburg*. Rotterdam, Rotterdam Engineering.

TU Delft, Deltares, Greenvis, Stichting SpaarGas, Triple Solar, Fortes Energy Systems, de WarmteTransitieMakers & ENGIE. Iopend. *Programma DeZonnet* [Online]. Available: <https://greenvis.nl/nieuws/project/dezonnet-officieel-van-start/> [Accessed 2021].

Van Berkel. 2012. *Kwaliteitsverklaring Cube-serie van Itho-Daalderop*. Rhenen. Entry Technology Support BV.

WNH. Persoonlijke communicatie.

W/E Adviseurs. 2019. *Uniforme Maatlat Gebouwde Omgeving (UMGO) voor de warmtevoorziening in de woning- en utiliteitsbouw : Een protocol voor het vergelijken van alternatieven voor de warmtevoorziening op bouwlocaties*. Eindhoven, RVO.