

DE BUSINESSCASE VOOR ZONNEWARMTE

› Corry de Keizer, Luuk Beurskens

WEBINAR TKI URBAN ENERGY 5 OKTOBER

› ZONNEWARMTE IN DE ENERGIETRANSITIE

- › Transitie naar een duurzame warmtevoorziening is in volle gang
- › Welke rol kan zonnewarmte spelen?
- › Aanzet routekaart: technisch potentieel van ca 10% van de warmtevraag
- › Focus op businesscase en verschillende aspecten

- › Inleiding zonnewarmte
- › Opzet model
- › Resultaten
 - › Woningen
 - › Warmtenet
- › Conclusie en discussie

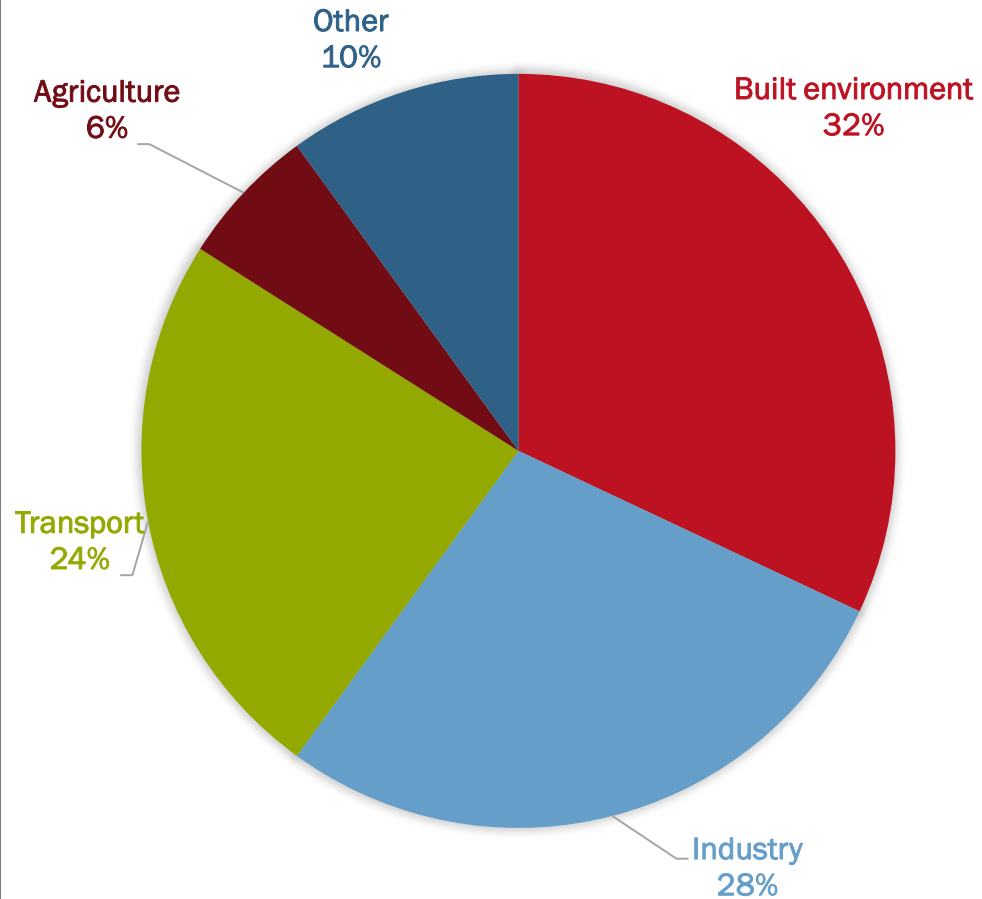


Zoneiland Almere (2010)

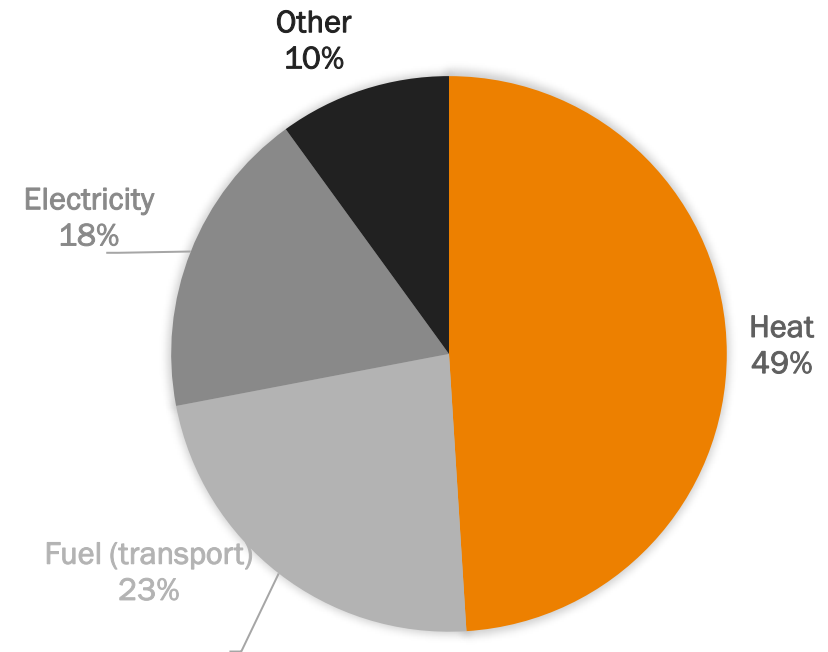
DEEL 1: INLEIDING ZONNEWARMTE

WARMTE IS 50% VAN DE ENERGIEVRAAG

FINAAL ENERGIEVERBRUIK IN NEDERLAND
NAAR SECTOR



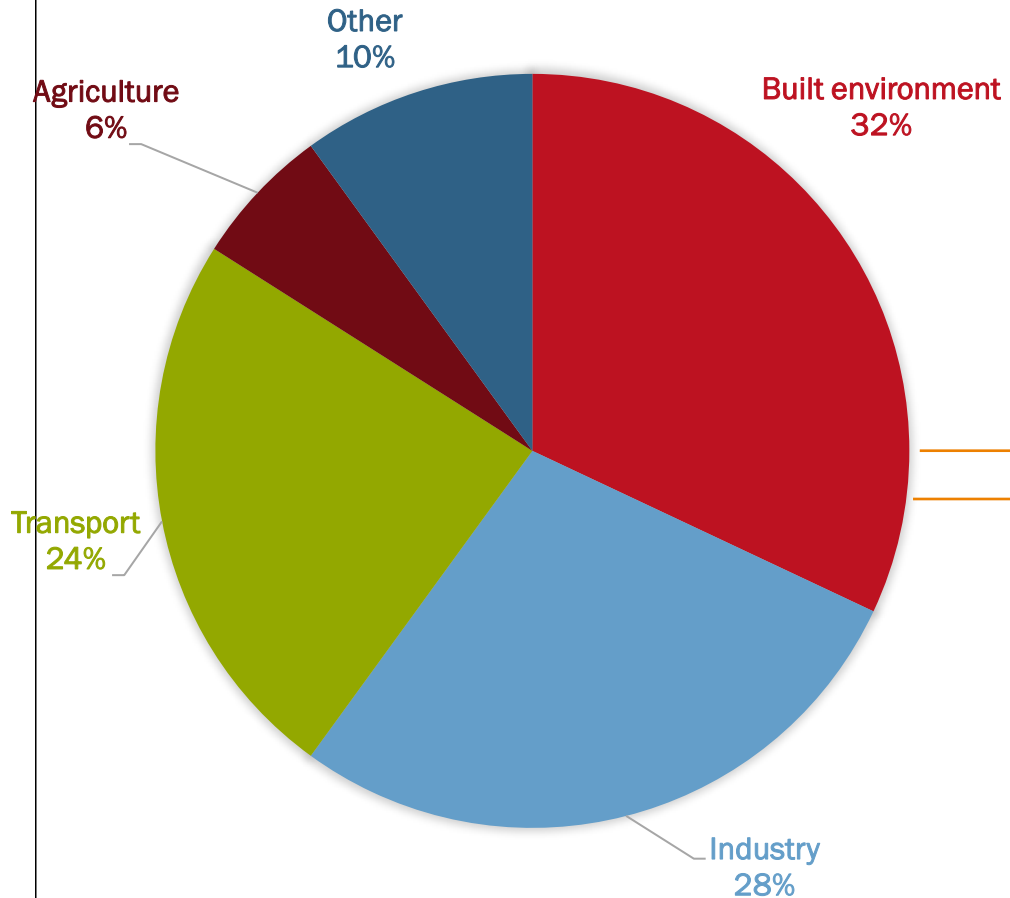
FINAAL ENERGIEVERBRUIK
PER GEBRUIKSTYPE



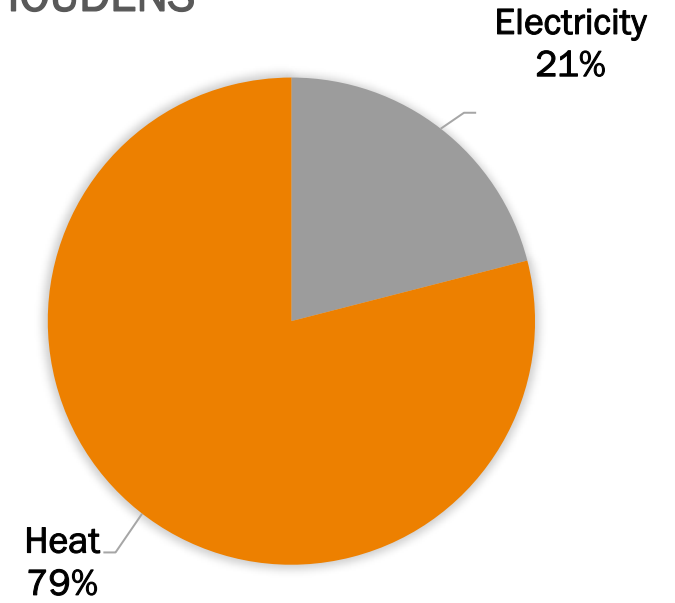
Source: Nationale Energieverkenning 2017

› WARMTE IS 50% VAN DE ENERGIEVRAAG

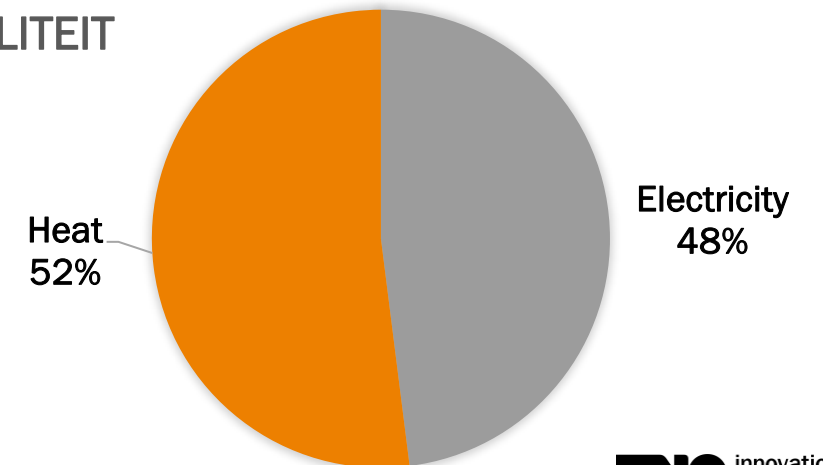
FINAAL ENERGIEVERBRUIK NEDERLAND



HUISHOUDENS



UTILITEIT



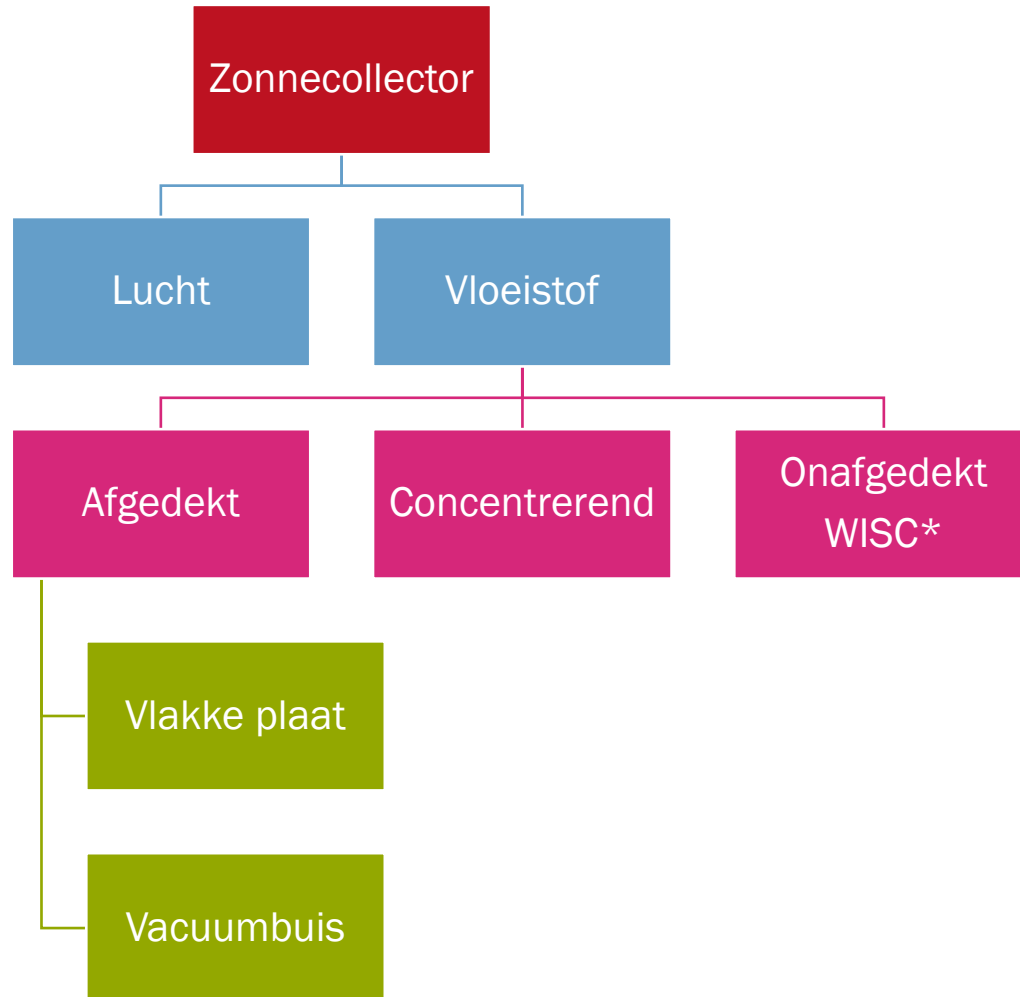
Source: Nationale Energieverkenning 2017, TNO 2018

› TOEPASSINGEN VAN ZONNEWARMTE

- › Een zonnecollector warmt een medium op door zoninstraling.
- › De warmte kan worden opgeslagen in een boiler, typisch een dag
- › Er is vrijwel altijd naverwarming nodig, bijv. HR combiketel

- › Verwarming van sanitair warm water
- › Ruimteverwarming
- › Proceswarmte
- › Zwembadverwarming
- › Zonnewarmte voor een warmtenet

› VERSCHILLENDE ZONNECOLLECTOREN

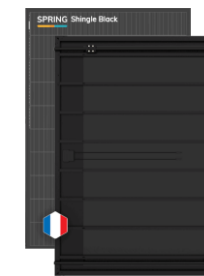
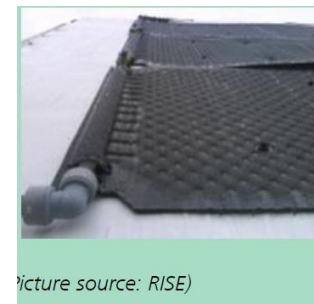
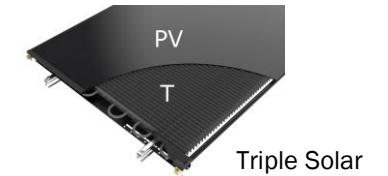
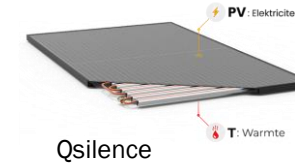
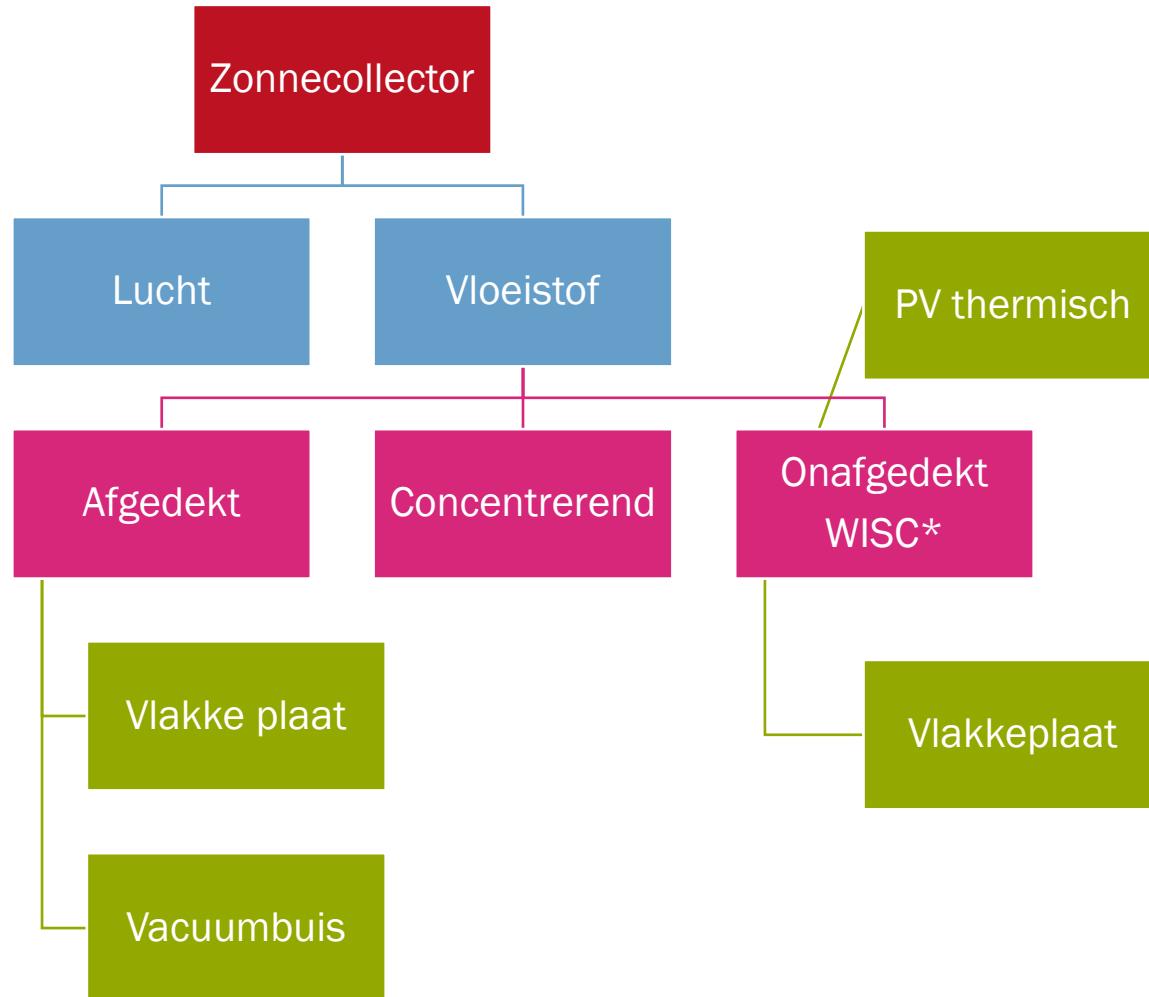


(Picture source: QAISt - IEE/08/593/IS/2.529236)



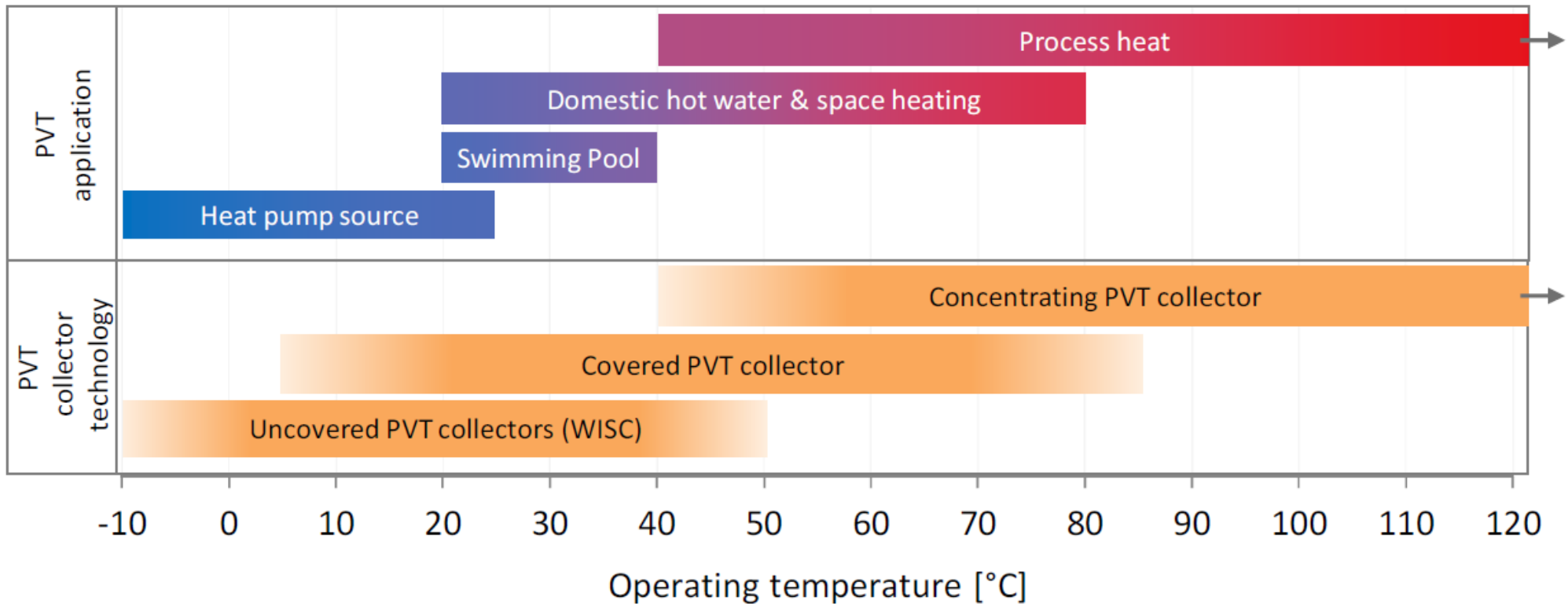
(Picture source: RISE)

› VERSCHILLENDE ZONNECOLLECTOREN

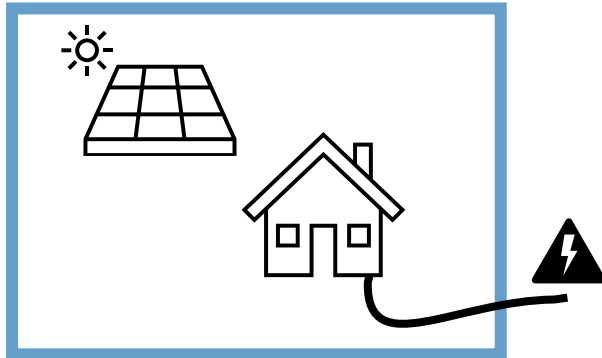


› VERSCHILLENDE COLLECTOREN EN TOEPASSINGEN

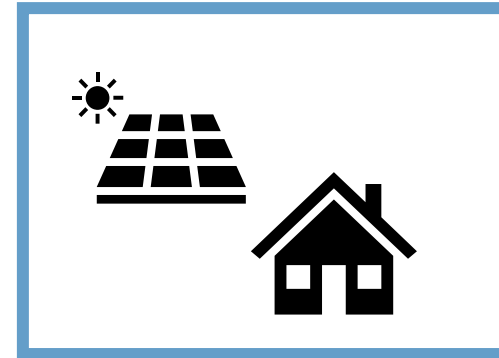
› Zonnecollectoren (zonder PV) kunnen iets hogere temperaturen bereiken dan PVT



› ZONNEWARMTE – WAT IS BELANGRIJK OM TE WETEN?



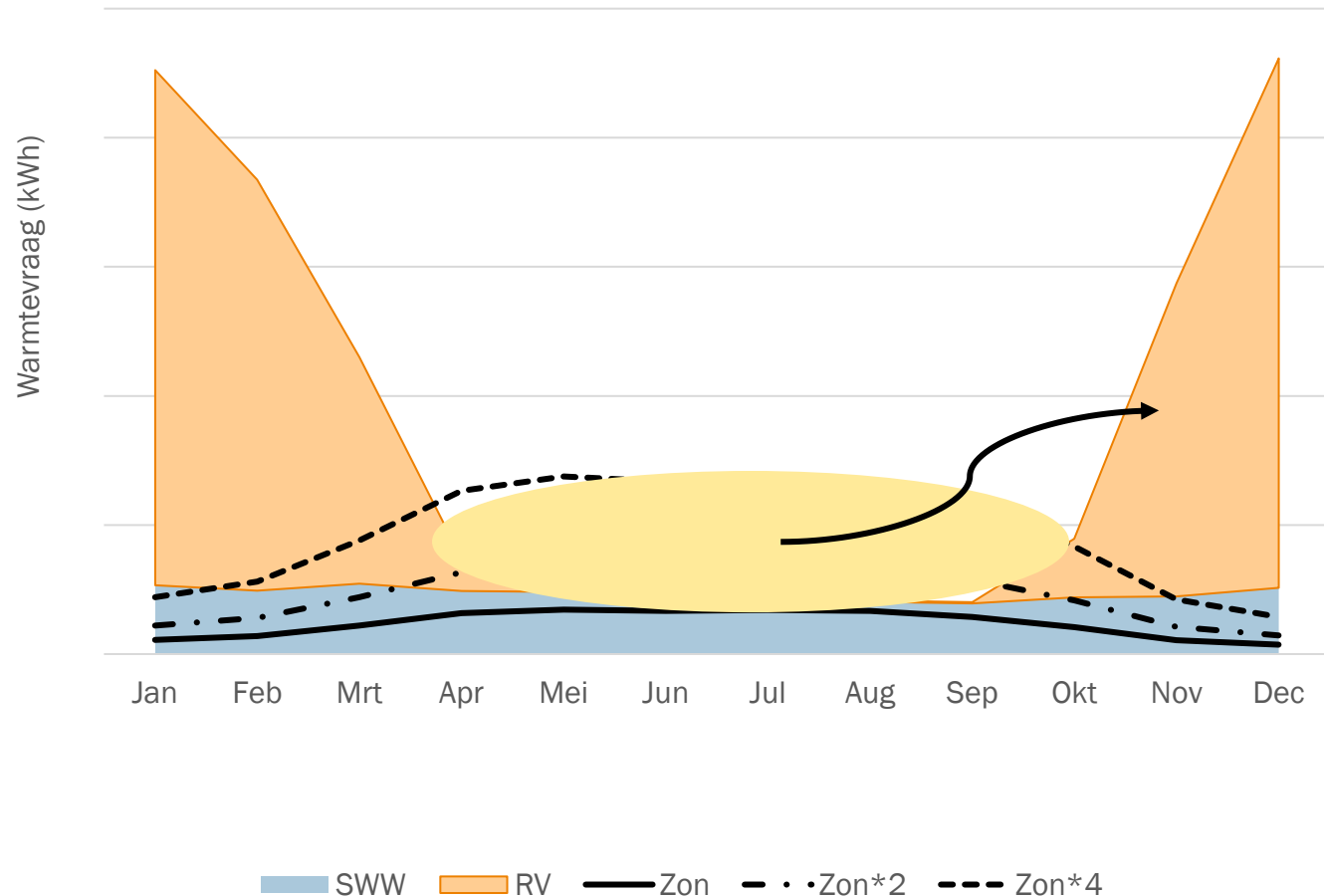
Elektriciteit terugleveren en verbruiken



Warmte direct verbruiken

- › Systeemgrenzen tussen zonnewarmte en zonnestroom liggen traditioneel anders:
 - › Altijd een elektriciteitsnet om elektriciteit terug te leveren of te verbruiken
 - › Heel soms een warmtenet, waarop warmte teruggeleverd kan worden
 - › **Zonnewarmte telt alleen mee bij de energieopbrengst als het ‘nuttig’ gebruikt wordt**
- › Dit betekent dat bij een verdubbeling van het zonnecollectoroppervlak de opbrengst vaak niet verdubbelt

› VOORBEELD



- › Warm tapwatervraag (SWW)
- › Ruimteverwarmingsvraag (RV)
- › Kleine zonneboiler
 - › Zonnefractie (SWW) 50%
 - › Energieopbrengst 560 kWh/m²
- › 2 x zo groot
 - › Zonnefractie (SWW) 70%
 - › Energieopbrengst 400 kWh/m²
- › 4 x zo groot
 - › Zonnefractie (SWW) 86%
 - › Energieopbrengst 240 kWh/m²
- › Seizoensopslag een optie?

DEEL 2: BUSINESSCASE ZONNEWARMTE

› SAMENVATTING AANPAK

Energievraag en efficiëntie

- Energievraag (ruimteverwarming, warm water)
- Zonnewarmteopbrengst
- Zonnestroomopbrengst
- Rendement naverwarmer

- Resterende elektriciteitsvraag
- Rest. aardgasvraag

Kosten

- Investering
- Onderhoud en vervanging
- Overige baten (subsidie (ISDE / SDE+ / btw aftrek, vermindering vastrecht)
- Energiekosten

Model

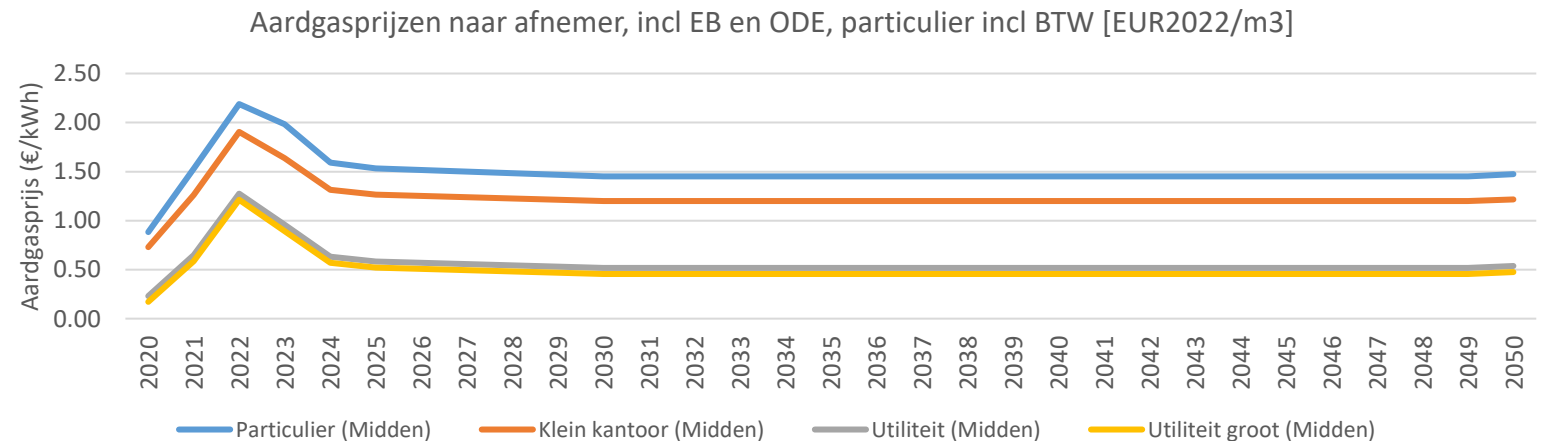
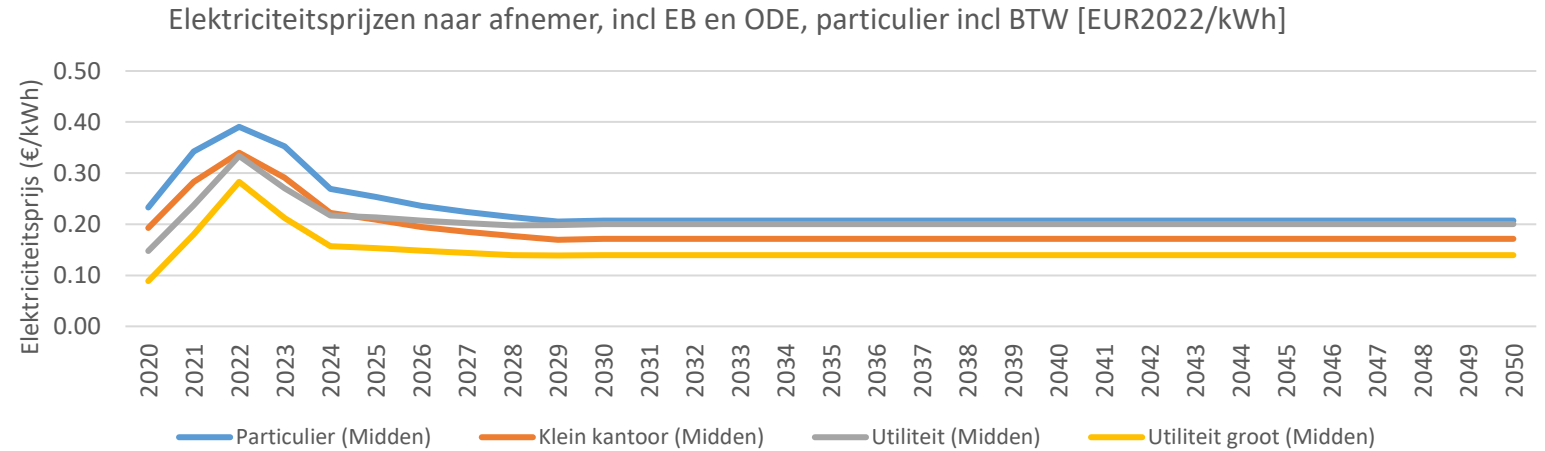
- Looptijd model
- Levensduur delen systeem

- Inflatie
- Discontovoet

- Total Cost of Ownership
- Netto Contante Waarde
- LCoE
- CO₂ uitstoot

ENERGIEPRIJSSCENARIO'S

- › Grote onzekerheid rondom prijsontwikkeling elektriciteit en aardgas
- › Aardgas: op basis van (intern) document van de Europese Commissie (april 2022), groothandelsprijs van aardgas modellers.
- › Voor elektriciteit: TNO-rapport over *effect afbouw salderingsregeling op terugverdientijd*
- › Verschuiving energiebelasting van elektriciteit naar aardgas (Coalitieakkoord 2021) is meegenomen



› **MODEL – OVERIGE PARAMETERS (SELECTIE)**

- › Kostencomponenten:
 - › Uitvraag bij zonnewarmte en PVT bedrijven
 - › ISDE factuurdata
 - › Literatuur, dashboard Eindgebruikerskosten van Expertise Centrum Warmte en ‘Functioneel ontwerp’ van Vesta MAIS
- › Analyseperiode: 20 jaar
 - › (Levensduur zonnewarmtesysteem 20 jaar, warmtepomp en HR combiketel 15 jaar)
- › Omgaan met stijgende prijzen:
 - › Voor 2022: prognose kerninflatie 3,6% (bron: [Economische Ontwikkelingen en Vooruitzichten DNB - juni 2022](#))
 - › Voor 2023 en verder: inflatie 2,0% (bron: HICP ‘langere termijn’ volgens [ECB](#), 2022 Q1)
- › Discontovoet: 4%
- › Terugleververgoeding PV: 80% van (kaal) leveringstarief op langere termijn (8,7 c/kWh)

CASE WONINGEN

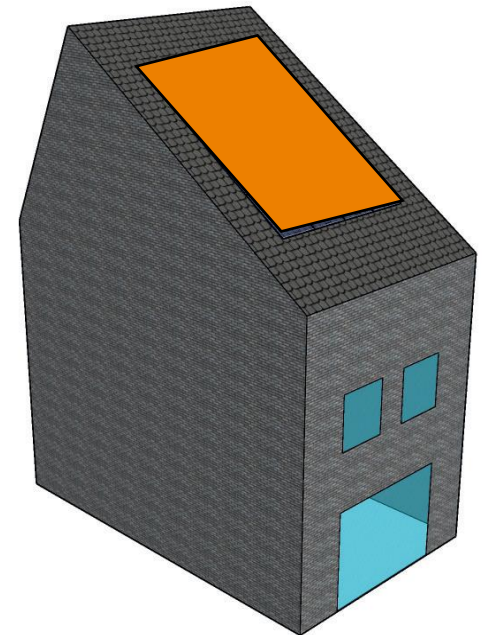
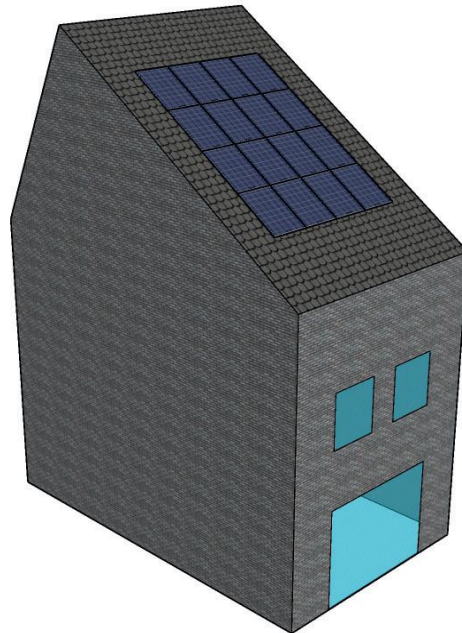
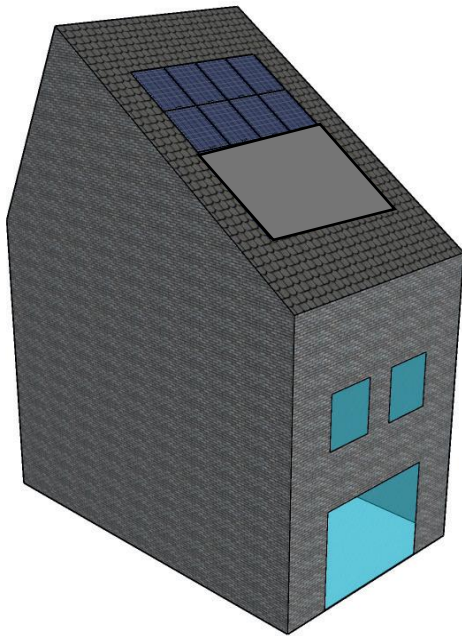


› **WONINGEN EN SCENARIO'S** **TUSSENWONING MET 20 M² BRUTO OPPERVLAK** **VOOR ZONNE-ENERGIE OP HET ZUIDEN**

✂ ZONNEWARMTE EN ZON-PV

⚙ ALLEEN ZON-PV

★ PVT EN ZON-PV



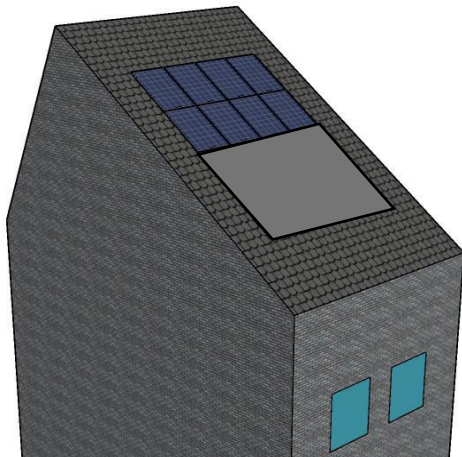
› **WONINGEN**

TUSSENWONING MET 20 M² BRUTO OPPERVLAK VOOR ZON

✂ ZONNEWARMTE EN ZON-PV

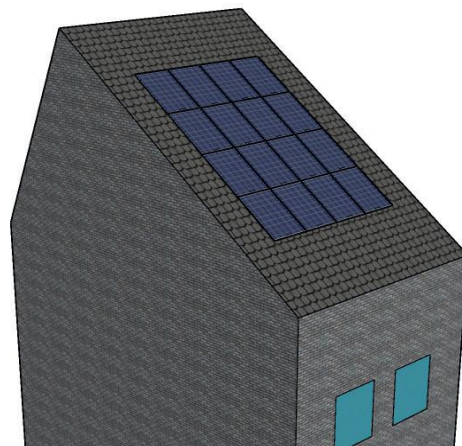
- › 2,5, 5 of 10 m² zonneboiler (zb) met
- › 17,5, 15 of 10 m² zon-pv

- › 6, 10 of 20 m² zonnecombi (ook ruimteverwarming)
- › 14, 10 of 0 m² zon-pv



⚙ ALLEEN ZON-PV

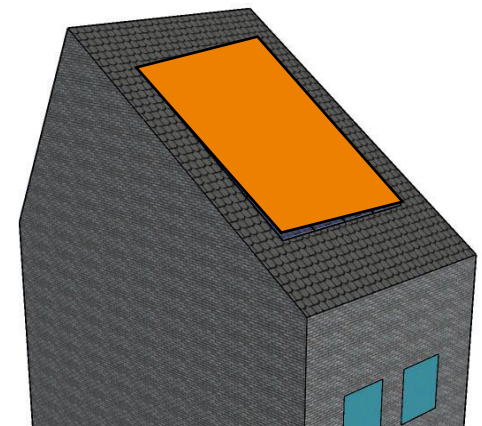
- › Referentie: 20 m² zonnepanelen



★ PVT EN ZON-PV

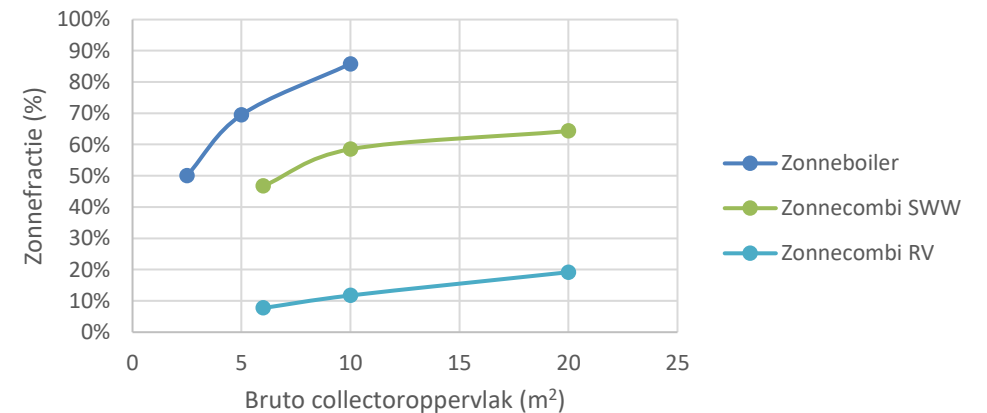
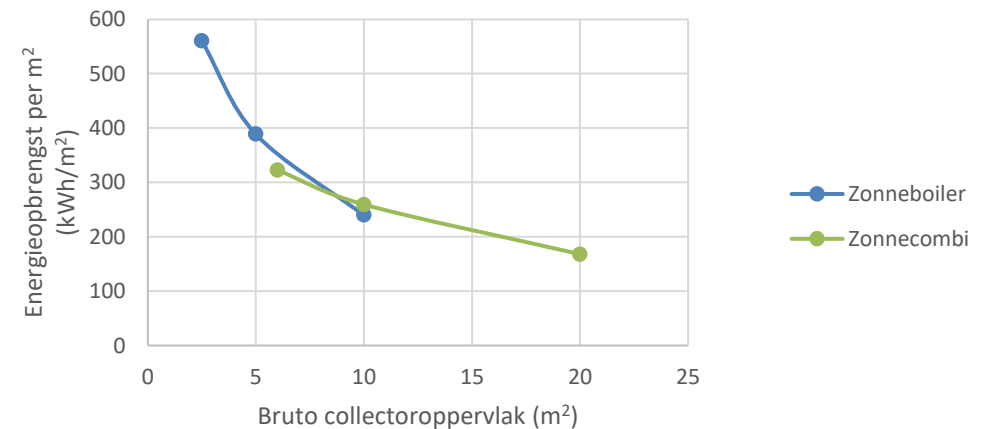
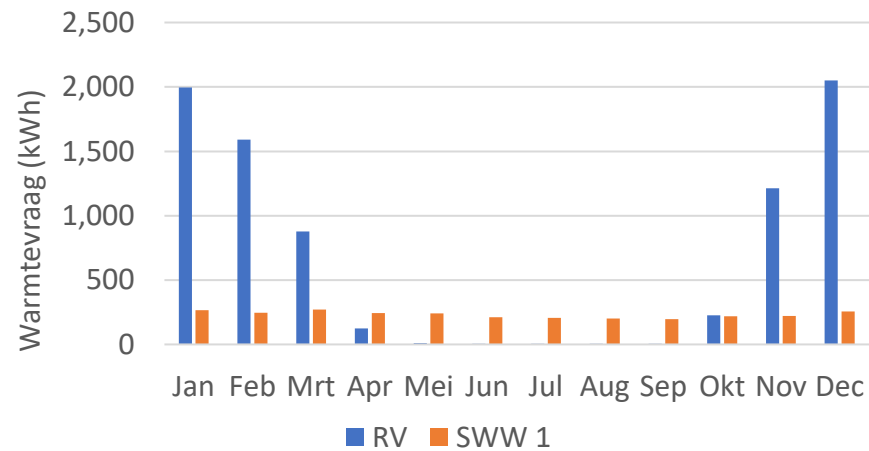
- › 15, 20 m² PVT
- › 5, 10 m² zon-PV

- › Als bron voor een warmtepomp – hoger rendement, geen direct gebruik zonnewarmte



WARMTEVRAAG EN ANDERE AANNAMES

- Referentie / naverwarming: aardgasketel, luchtwaterwarmtepomp, hybride warmtepomp
- Referentiewoning energielabel C: 8167 kWh ruimteverwarming (RV), 2799 kWh voor sanitair warm water (SWW)

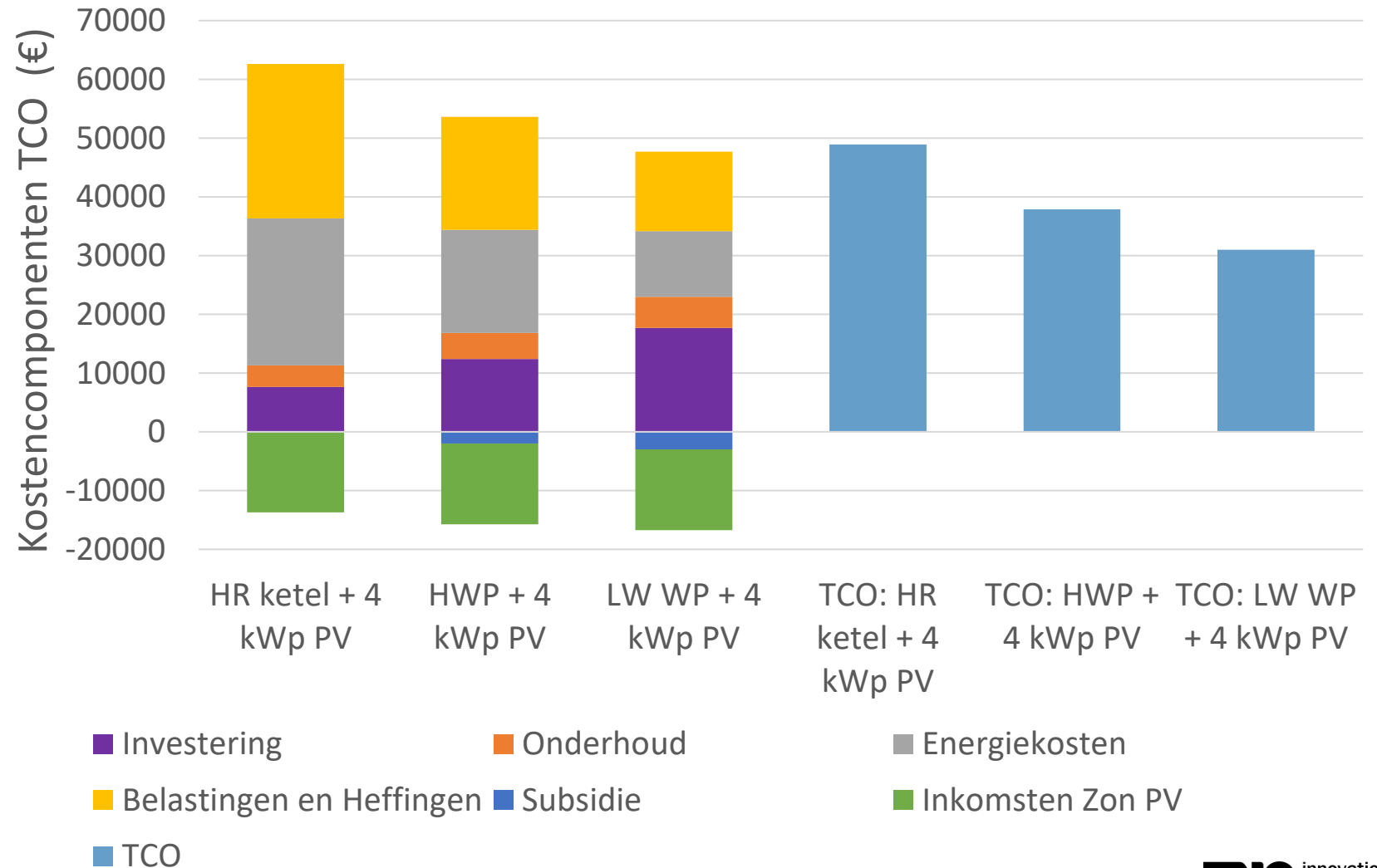


- Energieopbrengst / rendementen op basis van: ISDE (Solcal), gelijkwaardigheidsverklaring,
- ISDE voor zonneboiler / combi en voor warmtepomp

› TOTAL COST OF OWNERSHIP (TCO) EN COMPONENTEN

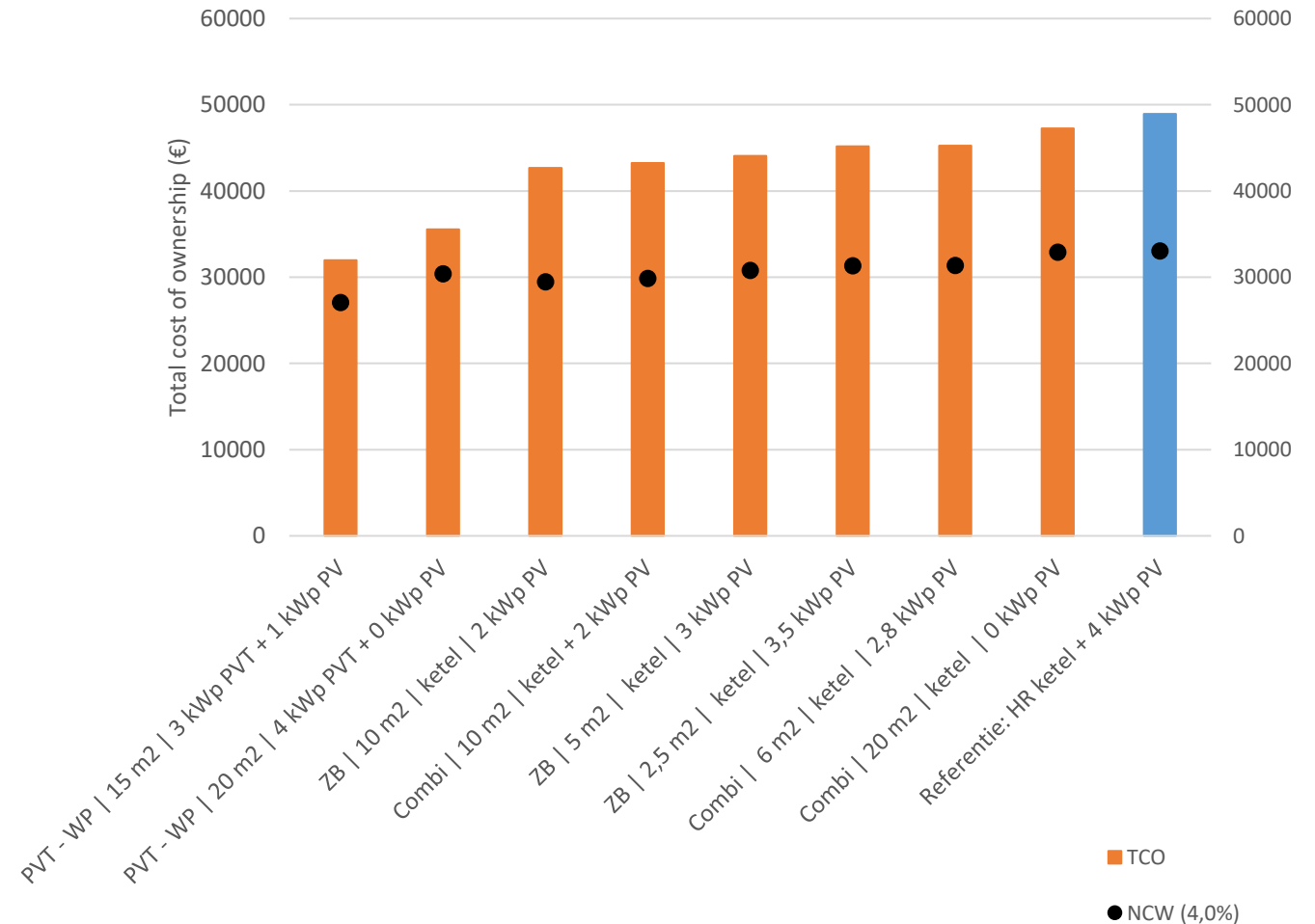
REFERENTIESYSTEMEN

- › Start: vergelijking van referenties
- › Grote verschillen in investeringen versus energiekosten
- › Rol voor subsidie



› VARIANTEN VOOR TUSSENWONING MET 20 M² DAK OP ZUID MET REFERENTIE AARDGASKETEL EN ZON-PV

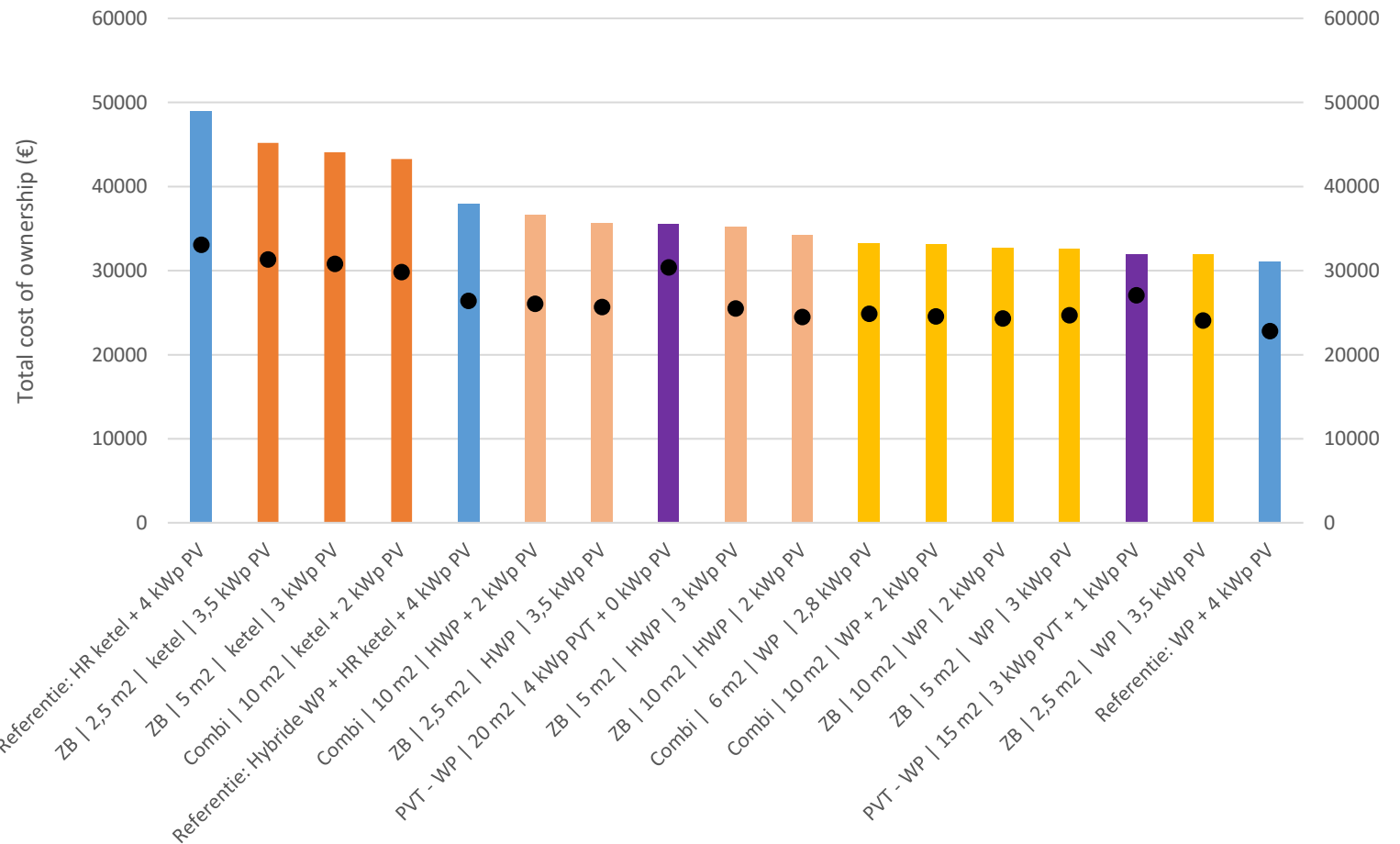
- › Total Cost of Ownership (TCO):
 - › alle varianten goedkoper dan referentie
- › Netto Contante Waarde (NCW):
 - › alle varianten vergelijkbaar
- › PVT 15 en 20 m² voordeligst (TCO), vergelijkbaar qua NCW



ZB = zonneboiler (warm tapwater), Combi = combisysteem (ook ruimteverwarming), HWP = hybride warmtepomp, WP = lucht-water warmtepomp, PVT - WP = PVT als bron voor een brine warmtepomp

› VARIANTEN VOOR TUSSENWONING MET 20 M² DAK OP ZUID

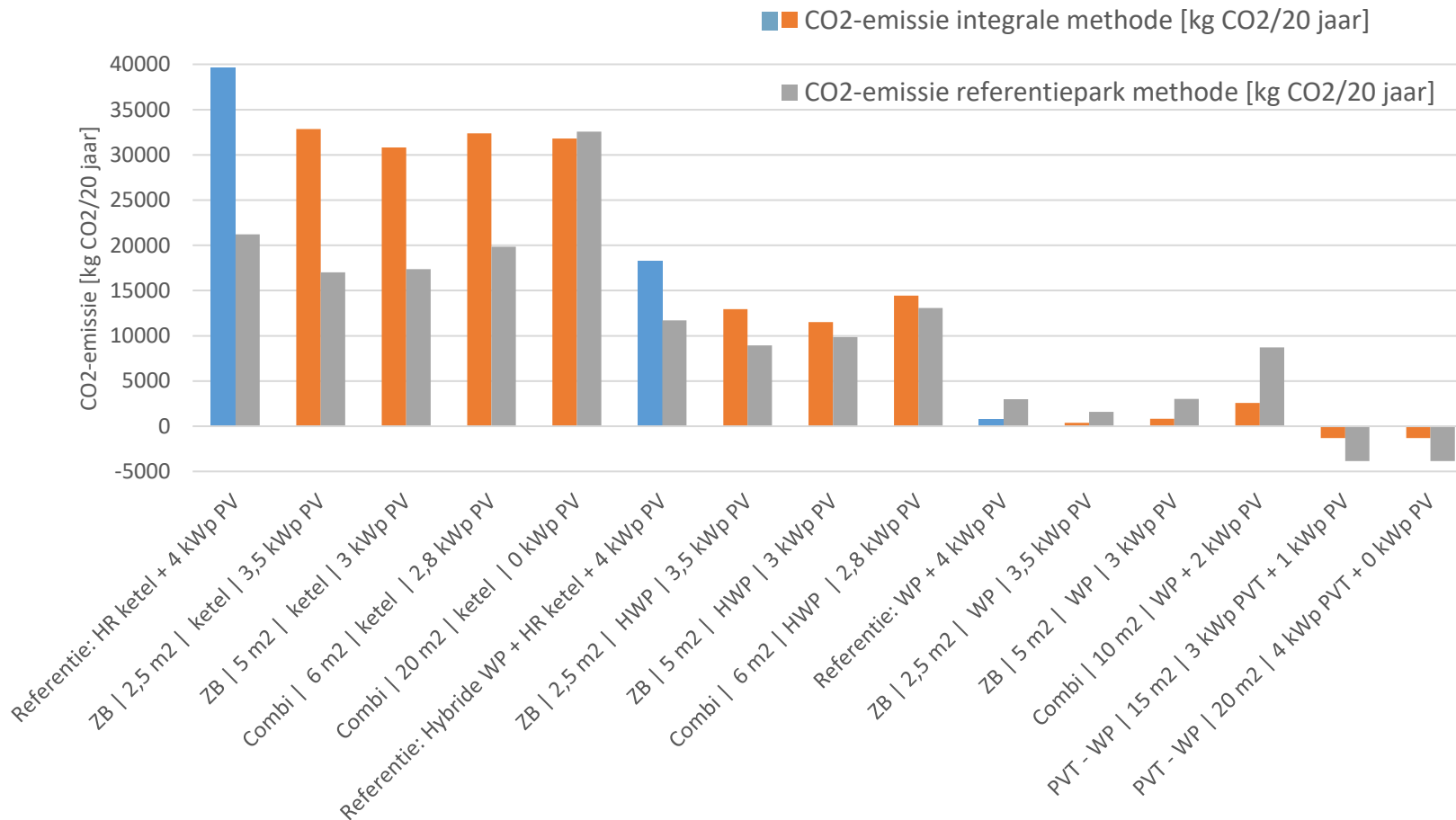
- › Total Cost of Ownership (TCO):
 - › Aardgas referentie het duurst, LWWP referentie het goedkoopst
- › De business case voor het toevoegen van zonnewarmte gunstig bij HR combiketel of hybride warmtepomp
- › Zonnewarmte in combinatie met een luchtwarmtepomp vergelijkbare TCO
- › Netto Contante Waarde (NCW): vergelijkbaar



ZB = zonneboiler (warm tapwater), Combi = combisysteem (ook ruimteverwarming), HWP = hybride warmtepomp, WP = luchtwater warmtepomp, PVT - WP = PVT als bron voor een brine warmtepomp

VARIANTEN VOOR TUSSENWONING MET 20 M² DAK OP ZUID

CO₂-EMISSIE



- › Let op: bij alle systemen PV
- › CO₂-emissie voor integrale methode hoger vgl aardgas
 - › Verschil in CO₂-besparing door zon-pv
- › Een zonneboiler of kleine zonnecombi verlaagt CO₂-emissie
- › Hybride WP verlaagt CO₂-emissie, verdere verlaging door zonneboiler
- › Luchtwaterwarmtepomp verlaagt CO₂-emissie, zeker bij duurzame elektriciteitsmix
- › PVT-warmtepompsystemen gunstigste CO₂-emissie vanwege hoger rendement

ZB = zonneboiler (warm tapwater), Combi = combisysteem (ook ruimteverwarming), HWP = hybride warmtepomp, WP = lucht-water warmtepomp, PVT - WP = PVT als bron voor een brine warmtepomp

› SAMENVATTING WONINGEN

- › Zonnewarmtesystemen (zonneboilers en kleinere zonnecombisystemen) gunstig bij HR combiketel en hybride ketel
 - › Het kan ook een stap bij het verduurzamen zijn
- › Afwezigheid van financiële steun (ISDE, salderen, btw vrijstelling) verhoogt TCO, maar verandert trend niet
- › PVT als bron voor een warmtepomp heeft een goede total cost of ownership, maar vanwege investeringen hogere NCW
- › Zonnewarmte geeft reductie in CO₂-uitstoot zonder de kosten voor de gebruiker te verhogen

CASE WARMTENETTEN

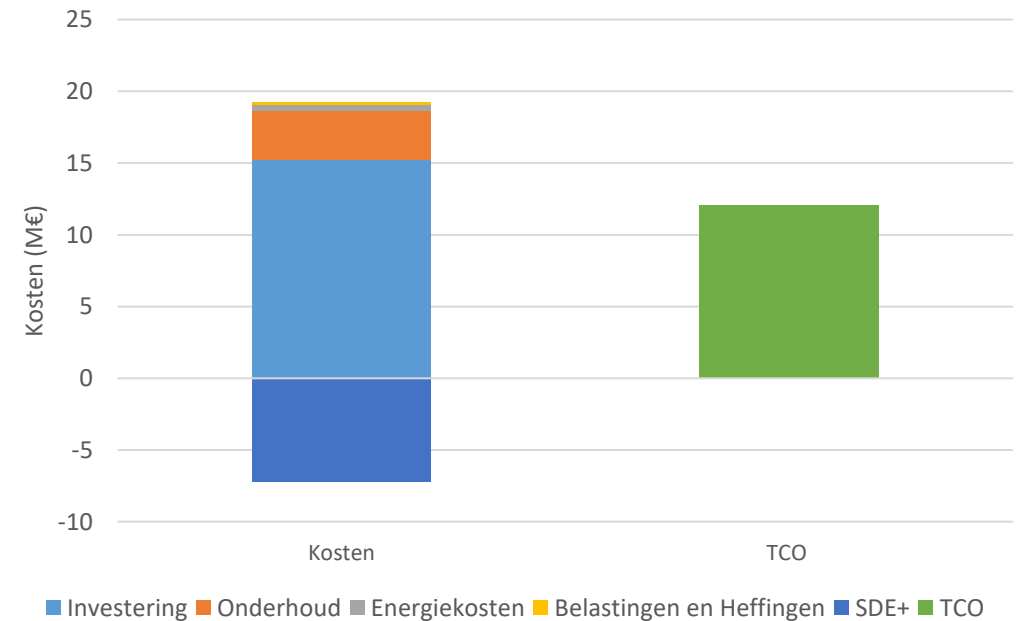
› GROOT ZONNEWARMTEVELD MET DAG / NACHT OPSLAG GEKOPPELD AAN EEN WARMTENET

- › Groot zonnewarmteveld met alleen dag/nachtopslag met een oppervlak van 50.000 m²
- › Aanname: zonnefractie ongeveer 7 – 20%, dat betekent dat het een groot warmtenet is, waarbij warmte ‘volledig’ benut kan worden
- › Temperatuur warmtenet 50 – 70°C
- › Kosten van 300 €/m², opbrengst 400 kWh/m²

› GROOT ZONNEWARMTEVELD MET DAG / NACHT OPSLAG GEKOPPELD AAN EEN WARMTENET

- › Groot zonnewarmteveld met alleen dag/nachtopslag met een oppervlak van 50.000 m²
- › Aanname: zonnefractie ongeveer 7 – 20%, dat betekent dat het een groot warmtenet is, waarbij warmte ‘volledig’ benut kan worden
- › Temperatuur ongeveer 50 – 70°C
- › Kosten van 300 €/m², opbrengst 400 kWh/m²

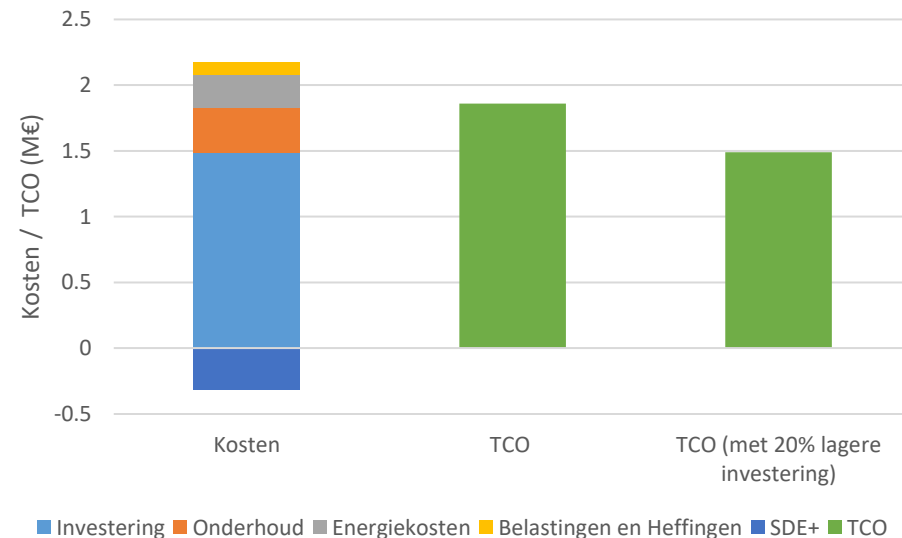
- › LCoE 0,052 €/kWh
- › Zonder SDE++ subsidie LCoE 0,072 €/kWh
- › LCoE veel gunstiger dan die van aardgas, ook bij grootverbruik



› ZONNEWARMTE MET SEIZOENSOPSLAG VOOR KLEIN WARMTENET

- › Zonnewarmteveld met seizoensopslag voor een klein warmtenet voor 70 woningen
- › Bruto oppervlak van 2300 m²
- › Grote seizoensopslag
- › Totale warmtevraag van 840 MWh
- › >80% zonnewarmte, rest warmtepomp
- › Zonder kosten warmtenet

- › LCoE 0,185 €/kWh
 - › Incl. SDE++ en emissiehandelwaarden
- › Ruimte voor kostenverlaging door innovatie en schaalvergroting



› ZONNEWARMTE MET SEIZOENSOPSLAG VOOR KLEIN WARMTENET

- › Verdergaande kostendaling blijft wenselijk om de techniek competitiever te maken en te houden. De variatie met de kostendaling van 20% verlaagt de terugverdientijd met 3 jaar.
- › Grote seizoenswarmteopslag is echt onderscheidend
 - › Geen of weinig gebruik van elektriciteitsnetwerk voor warmtevoorziening
 - › Mogelijk lagere elektriciteitsnetaansluiting, toekomst van netcapaciteit en kosten voor het gebruik van het elektriciteitsnet zijn onzeker
 - › Mogelijk gebruik als service om het elektriciteitsnet te ontlasten
- › Niet tot minder gevoelig voor prijsschommelingen, wat zekerheid geeft voor de afnemer en zodoende een kwalitatief voordeel is



› **DEEL 3:**
CONCLUSIES EN DISCUSSIE

› ZONNEWARMTE IN WONINGEN EN WARMTENETTEN

Woningen

- › Zonnewarmte geeft reductie in CO₂-uitstoot zonder de kosten voor de gebruiker te verhogen
- › CO₂-emissiereductie en kostenreductie het grootst bij een aardgassysteem als referentie: HR combiketel (met of zonder hybride warmtepomp)
- › Zonnewarmte in systeem met *all-electric* warmtepomp is qua kosten en CO₂-emissie vergelijkbaar
- › Onzekerheid over de toekomstige ontwikkeling van elektriciteitsprijzen en systeemkosten maakt dat zonneboiler toegevoegde waarde kan hebben in *all-electric* systeem

Warmtenet

- › Variant van groot zonnewarmteveld met lage zonnefractie financieel aantrekkelijk (met SDE++): CO₂-reductie voor warmtenet
- › Variant met seizoensopslag en een hoge zonnefractie heeft vanwege innovatieve karakter relatief hoge kosten (ook met SDE++) maar kan CO₂-neutraal zijn
- › Seizoenswarmteopslag kan elektriciteit opslaan in de vorm van warmte bij aanbodoverschot

› BELEID VOOR ZONNEWARMTE

- › Uitrol hybride warmtepomp is kans voor zonnewarmte, maar normering moet bijdrage warm tapwater meewegen
- › Overweeg tijdelijke btw-vrijstelling voor zonnewarmte zoals ook op zon-pv
- › Ontwikkelkosten grote projecten zonnewarmte: overweeg faciliterende maatregelen door gemeentes
- › ISDE en SDE++ zijn allebei nog nodig voor een goede businesscase
- › Om seizoenswarmteopslag aantrekkelijker te maken, kan overwogen worden een aparte categorie in SDE++ voor zonnewarmte inclusief seizoenswarmteopslag te maken

- › Meerwaarde van zonnewarmte in energietransitie moet duidelijk gemaakt worden

› KANSEN EN UITDAGINGEN VOOR ZONNEWARMTE

- › Sector overbelast door vele informatieaanvragen, maar ook door tekort aan installateurs, materialen, e.d.
- › Kostenverlaging en verlenging van levensduur en kwaliteit, voor bijvoorbeeld installatiewerkzaamheden, materiaalgebruik, projectmatige (wijk)aanpak, nieuwbouw en schaalvergroting
- › Zonnewarmte reduceert risico bij hoge en fluctuerende energieprijzen en kan prijsstabiliteit bieden
- › Zonnewarmte en zonnestroompanelen kunnen elkaar aanvullen
- › Mogelijk synergie in kosten en energieopbrengst bij tegelijk plaatsen zonnewarmte en warmtepomp
- › Innovatie bij seizoensopslag van warmte in combinatie met warmtenetten en op wijkniveau
- › PVT kansrijk in verband met esthetiek en minder overlast dan warmtepomp met conventionele buitenunit
- › Zonnewarmte kan een stap zijn in het verduurzamen van woningen



› **BEDANKT VOOR
UW AANDACHT**

TNO innovation
for life

Corry.dekeizer@tno.nl

Luuk.beurskens@tno.nl