

# Eindverslag

## Ontwerp optimaal energie infrastructuur bedrijventerreinen

Drs. G.G.C. Mulder

Datum:

25 januari 2018

Rapportnummer:

TNO 2018 R10082

Dit is een resultaat in het kader van:  
Topsector Energie – Systeemintegratiestudies  
TES1216123 Ontwerp optimaal energie infrastructuur bedrijventerreinen

**TNO** innovation  
for life



Industriepark  
Kleefse  
Waard



## Eindverslag

---

### Inleiding

Deze resultaten zijn tot stand gekomen door de samenwerking tussen de projectpartners TNO (pervoerder), OostNL, WM3 Energie, Industriepark Kleefse Waard en de gemeente Woerden, gedurende de periode 1 oktober 2016 en 1 december 2017. Het is mij een genoegen u deze aan te kunnen bieden. Graag voeg ik hierbij een korte omschrijving van het project, de resultaten en opvolging die daaraan is gegeven toe.

### Beschrijving project

Het doel van het project is de Ontwikkeling van een aanpak om de maximale duurzame energie potentie op een bedrijventerrein te realiseren en zoveel mogelijk lokaal te integreren in het energie systeem. Met als uiteindelijk doel: energie producerende bedrijventerreinen. De aanpak draagt bij aan systeemintegratie  
programmaliijn: Energieopslag- en conversie.

Het project bestaat uit 5 fasen:

Fase 1: Vaststellen potentieel voor besparing, duurzame energie en infrastructuur. Hierbij gaat het in ieder geval om: 1) Opwek potentie van duurzame energie (o.a. zon, WKO), 2) Mogelijkheden tot energiebesparing (isolatie, led, koelcellen, perslucht), daarnaast wordt bekeken welke uitspraken kunnen worden gedaan over 3) aanpassingen aan de energie infrastructuur (g,w,e) en 4) opslag en conversie mogelijkheden.

Fase 2: Er wordt een ontwerp gemaakt van de optimale energie-infrastructuur. Dit betreft infrastructuur voor productie, transport en opslag van warmte, elektriciteit en groen gas en knooppunten waar energie van de ene vorm in de ander kan worden omgezet. Hierbij worden ook eventuele mogelijkheden van uitwisseling van energie met de directe omgeving van het bedrijventerrein meegenomen.

Fase 3: Voorbeeld casus. Op basis van het ontwerp uit fase 2 wordt de business case uitgerekend Hiervoor wordt gekeken naar de verschillen: nul situatie (realisatie in huidig tempo), realisatie infrastructuur en realisatie infrastructuur en individuele besparing.

Fase 4: Toetsing met eindgebruikers. Verfijnen aanpak en modellering op basis van uitkomsten gezamenlijke sessie. Toets van de uitkomsten met de kennis en ervaring van de lokale partners.

Fase 5: Rapportage & disseminatie. van de resultaten aan betrokken partijen..

### Beschrijving resultaten

Het instrumentarium dat in dit project ontwikkelt is komt samen in de Energie Potentieelscan (EPS). De eerste opzet van deze EPS is ontwikkeld in TES1216115 Ontwerp & Vaststelling potentie energiepositief bedrijventerrein. Voor de toepassing van de EPS in de twee pilots bij Industriepark Kleefse Waard in Arnhem en de Putkop in Woerden zijn relevante onderdelen aan de EPS toegevoegd en doorontwikkeld. In dit verslag worden deze toevoegingen beschreven. Daarnaast zijn de uitkomsten van de EPS voor Industriepark Kleefsewaard gebruikt als basis voor een analyse voor het duurzaam gebruik van de beschikbare restwarmte op het terrein. Deze analyse is in een separate rapportage beschikbaar. Hiervan worden in deze rapportage alleen de uitkomsten vermeld.

Eindverslag

De EPS is bedoeld om vooraf zo specifiek mogelijk een inschatting te maken welke energie maatregelen voor een pand relevant zijn, welke investering nodig is en welke opbrengsten het oplevert. Het gaat hierbij om de gebouwgebonden energiemaatregelen zonnepanelen (PV), led, warmtepompen, isolatie (muur en dak) en warmteterugwinning op de ventilatie.



De EPS werkt op basis van openbaar beschikbare gegevens vanuit de BAG, KvK, Ibis en CBS. Op basis van gebouwenmerken, sector en aantal werknemers wordt een inschatting gemaakt van het energiegebruik en de relevante maatregelen. Dit wordt gedaan op basis van rekenregels die door experts van TNO en WM3 zijn vastgesteld.

### ENERGIE POTENTIEELSCAN

BEDRIJVENTERREIN PUTKOP

**Huidig gebruik**

Het geschatte energiegebruik per jaar is:

- 8.968.000 kWh stroom
- 1.325.000 m<sup>3</sup> gas

De milieubelasting van dit energiegebruik is: 5.500 ton CO<sub>2</sub> uitstoot.

**Plattegrond bedrijventerrein**

**Relevante opties**

Maatregel	Productie / besparing	Investering	Jaarlijkse opbrengsten	Milieuwinst (CO <sub>2</sub> )
LED verlichting	1.001.000 kWh/j	€ 211.000	€ 108.000	356 ton
PV	6.347.000 kWh/j	€ 6.883.000	€ 999.000	2.253 ton
Warmtepompen	313.000 m <sup>3</sup>	€ 1.612.000	€ 119.000	397 ton
Dakisolatie	127.000 m <sup>2</sup>	€ 526.000	€ 70.000	226 ton
Gevelisolatie	82.000 m <sup>2</sup>	€ 303.000	€ 45.000	146 ton
Regulering	74.000 m <sup>2</sup>	€ 260.000	€ 41.000	131 ton
WVW ventilatie	123.000 m <sup>3</sup>	€ 61.000	€ 61.000	219 ton

Totale investering: € 10.182.000  
 Totale gemiddelde terugverdientijd: 7 jaar  
 Totale CO<sub>2</sub> besparing: 3.728 ton

### ENERGIE POTENTIEELSCAN

VAN ROSSUM DEVELOPMENT B.V., VRE VAN ROSSUM ENGINEERING B.V.

**Huidig gebruik**

Het geschatte jaarlijks energiegebruik van uw pand is:

- 18.000 kWh stroom
- 7.000 m<sup>3</sup> gas

Dit staat gelijk aan 18 ton CO<sub>2</sub> uitstoot.

Het geschatte jaarlijkse energiegebruik van uw productieproces is:

- 4.000 kWh stroom
- 0 m<sup>3</sup> gas

Dit staat gelijk aan 1 ton CO<sub>2</sub> uitstoot.

Het aandeel van uw totaal energiegebruik in dat van het bedrijventerrein is 0,41%

**duurzame technologie opties**

**LED**  
 LED lampen zijn een energiezuinige lichtbron. In veel gevallen kan dit in de bestaande armatuur. De levensduur van LED lampen is langer dan van veel andere lampen, waardoor deze minder vaak hoeven worden vervangen.

Maatregel	Productie / besparing	Investering	Contractduur (jv)	Milieuwinst (CO <sub>2</sub> )
LED	3.700 kWh	1.500 euro	3 jaar	1 ton

**Zonnepanelen (PV)**  
 Een zonnepaneel of fotovoltaïsch paneel, kortweg PV-paneel is een paneel dat zonne-energie omzet in elektriciteit. Hiermee benut u uw dak voor het opwekken van energie.

Maatregel	Productie / besparing	Investering	Contractduur (jv)	Milieuwinst (CO <sub>2</sub> )
Zonnepanelen (PV)	43.000 kWh	38.000 euro	5 jaar	15 ton

**Warmtepomp**  
 Een warmtepomp is een duurzame warmtebron ter vervanging van een gasketel. Een warmtepomp gebruikt warmte uit de bodem, de buitenlucht, ventilatie- of grondwater voor de verwarming van gebouwen.

Maatregel	Productie / besparing	Investering	Contractduur (jv)	Milieuwinst (CO <sub>2</sub> )
Warmtepomp	2.700 m <sup>3</sup>	20.000 euro*	21 jaar*	3 ton

**isolatie opties**

Maatregel	Productie / besparing	Investering	Contractduur (jv)	Milieuwinst (CO <sub>2</sub> )
Dakisolatie	600 m <sup>2</sup>	4.100 euro	13 jaar	1 ton
Gevelisolatie	500 m <sup>2</sup>	2.800 euro	11 jaar	1 ton
Beglazing	2.400 m <sup>2</sup>	8.400 euro	6 jaar	4 ton
WVW ventilatie	800 m <sup>3</sup>	1.700 euro	4 jaar	2 ton

CO<sub>2</sub> uitstoot na doorvoeren opties: -8 ton

De EPS levert een overzicht van de relevante maatregelen op het gehele bedrijventerrein en per individueel pand. Deze informatie wordt in informatiebladen (boven), kaartjes (bijlage 1), grafieken en tabellen (bijlage 2) weergegeven.

## Eindverslag

Deze gegevens worden gebruikt door lokale energie initiatieven op bedrijventerreinen om een collectief energieplan voor het bedrijventerrein te maken en daarnaast om met individuele ondernemers in gesprek te gaan over het verduurzamen van hun pand.

### Doorontwikkeling EPS

Binnen dit project zijn de volgende onderdelen van de Energie Potentieelscan doorontwikkeld:

#### Databron

Een gedeelte van de informatie die nodig is moet worden gehaald uit een bron die kostbaar is en relatief veel doorlooptijd kent. Hiervoor is een alternatieve oplossing geïmplementeerd.

#### Splitsing procesgebonden en gebouwgebonden energiegebruik

Voor het maken van een plan voor het hergebruik van de duurzame restwarmte op IPKW was het nodig meer in detail zicht te krijgen op het procesgebonden en het gebouwgebonden energiegebruik, omdat het gebruikspatroon van deze twee verschillende soorten energiegebruik sterk verschillend is. Hiertoe is de toedeling van het totale energiegebruik aan gebouwgebonden energiegebruik en procesgebonden energiegebruik verbeterd.

#### Precieze inschatting van de toegepaste warmtepompen

Voor het maken van een ontwerp voor het hergebruik van de duurzame restwarmte op IPKW was beter inzicht nodig in de capaciteit van de warmtepompen die in de toekomst worden toegepast voor het voorzien van de ruimteverwarming. De dimensionering van de toegepaste warmtepompen en de daarmee samenhangende besparingen in de EPS zijn verbeterd.

### Resultaten in de pilots

In dit project zijn twee pilots uitgevoerd, één op de Putkop in Woerden en één op Industriepark Kleefse Waard in Arnhem. Hieronder volgt hiervan een beknopt verslag.

#### Kick-off discussie

In Woerden is eerst een analyse uitgevoerd naar welk bedrijventerrein het meest kansrijk is voor het opstarten van een collectief project op het gebied van energie. Deze analyse is gedaan op basis van de basisprincipes achter de Energie Potentieelscan, achtergrondkennis van de sociale context op de bedrijventerreinen en gesprekken met de besturen van de bedrijvenverenigingen op de bedrijventerreinen. Op basis hiervan is ervoor gekozen om op de Putkop aan de slag te gaan. Voor de Putkop is een Energie Potentieelscan uitgevoerd, hiermee is inzichtelijk gemaakt welke maatregelen op het bedrijventerrein dienen te worden genomen. Op basis hiervan is de samenwerking tussen de gemeente en de bedrijvenvereniging verder vormgegeven.

#### Analyse nuttige toepassing restwarmte IPKW

Op het bedrijventerrein IPKW is door middel van het uitvoeren van een Energie Potentieelscan de potentie bepaald voor het toepassen van warmtepompen in de verschillende gebouwen die op IPKW staan. Hieruit blijkt dat het zinvol is om op termijn de gebouwen van IPKW met een warmtepomp uit te rusten.

In de analyse is er vanuit gegaan dat per warmtepomp een individuele bodembron wordt gebruikt. Door de concentratie van gebouwen waar een warmtepomp wordt toegepast is toepassing van een collectieve bron zinvol.

Op IPKW is een koelwater systeem beschikbaar voor proceskoeling bij de bedrijven op het bedrijventerrein. Het nuttig hergebruik van de proceswarmte die aan dit koelwater wordt toegevoegd, en in de huidige situatie wordt geloosd, is in potentie een duurzame bron van warmte die door middel van een warmtepomp kan worden opgewaardeerd zodat deze toegepast kan worden voor ruimteverwarming.

## Eindverslag

De mogelijkheden voor het gebruik van restwarmte voor gebouwen is onderzocht. Er zijn een drietal installatievarianten denkbaar voor de gebouwen op het IPKW terrein.

De conclusie is dat de restwarmte van de proceskoeling van Accsys met name geschikt is voor het laden van warmte in een WKO, waarbij de WKO alleen rendabel is wanneer er ook een koelbehoefte is.

Bij gebouwen zonder koelbehoefte kan een hybride warmtepomp worden toegepast. Het gebruik van restwarmte biedt hier echter weinig tot geen voordelen ten opzichte van een hybride warmtepomp met toepassing van buitenlucht als bron.

Het feit dat de beschikbare restwarmte beperkte toegevoerde waarde heeft wordt vooral veroorzaakt doordat de beschikbaarheid van de restwarmte niet continue is, en doordat de temperatuur in de winter te laag is.

## Opvolging

De projectpartners hebben dit project uitgevoerd in het kader van de stichting Bedrijventerreinen Energie Positief (BE+). BE+ heeft als doel de komende vijf jaar 250 bedrijventerreinen energie positief te maken. Hiervoor biedt zij een platform voor initiatieven om kennis uit te wisselen, maakt zij bestaande kennis beschikbaar en ontwikkelt zij praktische tools en hulpmiddelen om het proces op bedrijventerreinen te ondersteunen.

In november 2016 is BE+ gestart met de ondersteuning van 10 bedrijventerreinen. Inmiddels is dit gegroeid naar 16 deelnemende bedrijventerreinen. Uit de processen op deze bedrijventerreinen bleek dat er behoefte is aan vroegtijdige informatie over de benodigde maatregelen op het terrein. Hieruit is dit TKI project ontstaan. In het project heeft Industriële Kring Berkelland deelgenomen als projectpartner. Hier zijn de resultaten uitvoerig getest. De resultaten hiervan vindt u in het voorgaande hoofdstuk en de bijlages. Daarnaast is de EPS getest op de overige eerste deelnemers van BE+. Al deze 10 bedrijventerreinen gebruiken de resultaten bij het verkrijgen van voldoende deelname aan de collectieve verduurzaming van het bedrijventerreinen.

De ontwikkelde EPS wordt tegen kostprijs aangeboden aan bedrijventerreinen die deze willen uitvoeren. De kosten hiervoor bedragen 1.500 euro. Daarnaast kost de uitvoering het lokale initiatief ongeveer een dag werk, om de openbaar beschikbare data zoveel mogelijk te verbeteren. Vanuit BE+ hebben inmiddels acht bedrijventerreinen deze tegen betaling laten uitvoeren.

Daarnaast wordt er met meerdere provincies gesproken over de mogelijkheid om de EPS in een breder kader in te zetten waarbij de mogelijkheden voor een heel gebied in kaart te brengen. Hierbij wordt onder andere gekeken of naast energie de aanpak ook werkt voor het vormgeven van een Circulaire Economie.

## Vervolg doorontwikkeling EPS buiten dit project

Daarnaast voorzien wij de volgende mogelijkheden voor doorontwikkeling van de Energie Potentieelscan:

- De EPS brengt nu een selectie aan gebouwgebonden energiemaatregelen in kaart. Op de bedrijventerreinen waar de scan is uitgevoerd is dit 15-50% van het energiegebruik. De rest van het energiegebruik zit in industriële processen. Deze kenmerken zich in een grote diversiteit tussen en binnen sectoren. Toch is de ambitie om de EPS hiermee uit te breiden. Het gaat dan om maatregelen voor procesoptimalisatie, peak-shaving en het uitwisselen van reststromen. Een logische eerste stap is het toevoegen van de Erkende Maatregelen die door RVO zijn opgesteld en verplicht zijn voor sectoren om door te voeren.
- Verder is de ambitie om de vergaarde informatie te gebruiken om ook de definitieve dimensionering van de maatregelen te ondersteunen. Voor het opnemen en ontwerpen van een installatie is veel tijd en expertise nodig. Tegelijkertijd is uit de EPS al veel informatie beschikbaar. Wij willen onderzoeken of op basis van de EPS ondersteuningsinstrumenten kunnen worden ontwikkeld die dit proces versimpelen.

## Eindverslag

---

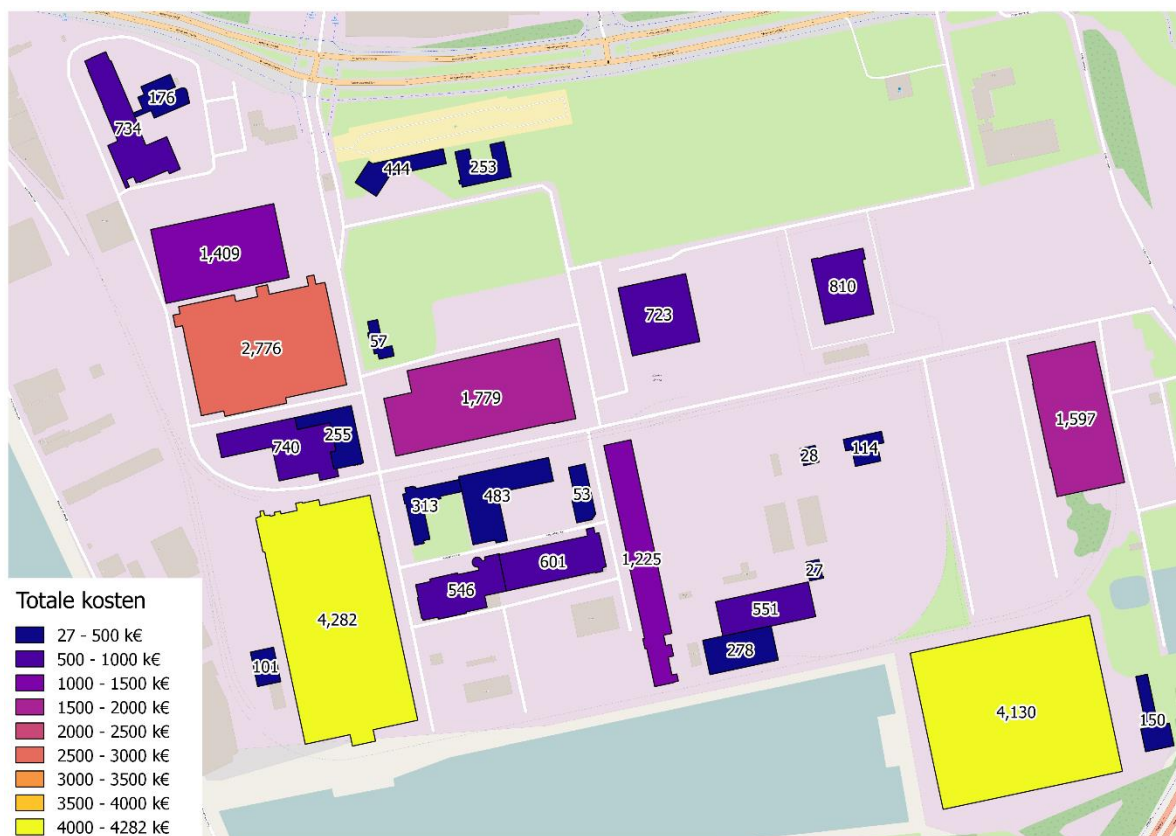
- De output van de EPS is nu een statisch overzicht van informatie. Voor het beoogde doel is dit nu afdoende. Maar om nog meer deelname te krijgen en ook collectieve beslissingen te ondersteunen is het wenselijk om voor de EPS een dynamische ICT interface te ontwikkelen waarmee de gebruikers van de EPS inzicht kunnen krijgen in de resultaten en verschillende mogelijkheden met elkaar kunnen vergelijken.
- De EPS werkt nu op basis van algemeen beschikbare informatie. In veel gevallen blijkt dat deze informatie onvolledig is of verouderd. Nu kan deze handmatig worden aangepast en kan het model opnieuw worden gedraaid om de nieuwe resultaten te verkrijgen. Door het model meer dynamisch op te bouwen kan het invoeren en doorrekenen van nieuwe informatie worden versimpeld.
- Daarnaast is er informatie die niet openbaar beschikbaar is. Voorbeelden hiervan zijn of een dak geschikt is om zonnepanelen op te bevestigen, dat een pand al voorzien is van LED verlichting, dat een pand op de nominatie staat om te worden gesloopt, of het werkelijke energiegebruik. Deze informatie is beschikbaar bij de gebruikers van de EPS. Door een interface te maken waarmee de gebruiker deze gegevens voor zijn pand zelf kan verbeteren kan het model worden verbeterd.

Bovenstaande mogelijkheden voor doorontwikkeling zijn grotendeels gedekt in een projectvoorstel waarvoor met een consortium met OostNL, Generation.Energy, Alliander en Qing een subsidieaanvraag is gedaan voor de TKI Urban Energy. Helaas is dit subsidievoorstel afgewezen. Er wordt met de projectpartners gezocht naar alternatieve bronnen van financiering.

Daarnaast is het interessant om te kijken of de in dit project ontwikkelde aanpak, inclusief de EPS ook werkt in andere landen. In een breder kader is dit onderdeel van een door TNO aangevraagde KIC Climate demonstrator (inmiddels vergund) en een H2020 voorstel (afgewezen). In de KIC Climate demonstrator is ook beperkte ruimte voor het doorontwikkelen van de EPS op de bovengenoemde punten.

## Bijlage 1: Resultaten Energie Potentieelscan – Kaarten

### IPKW:



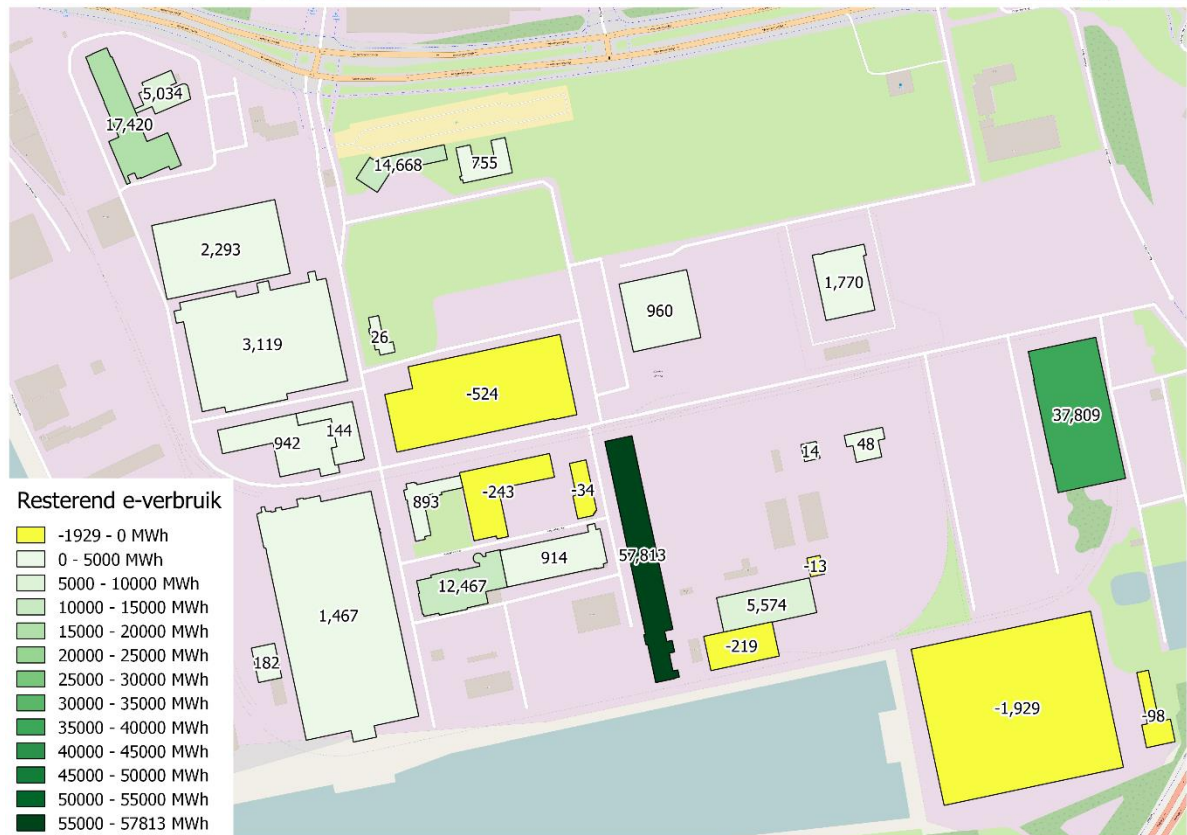
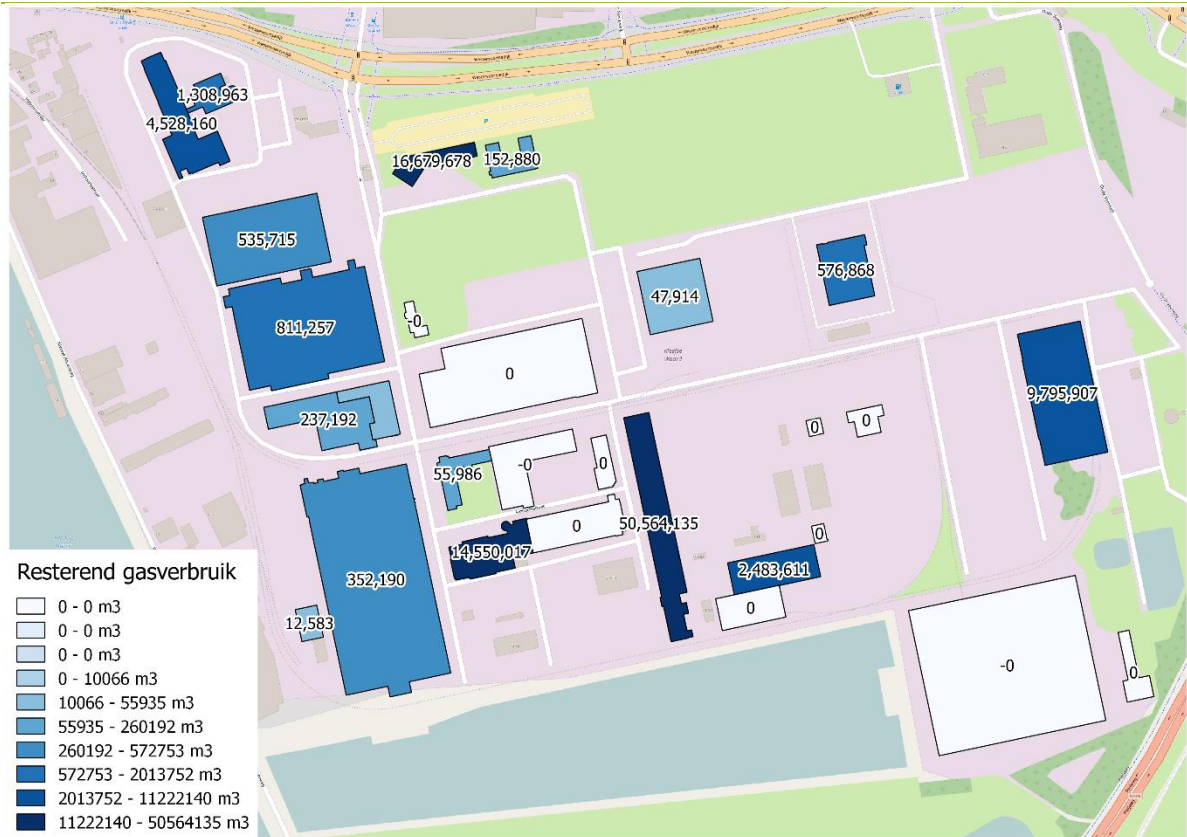


Eindverslag

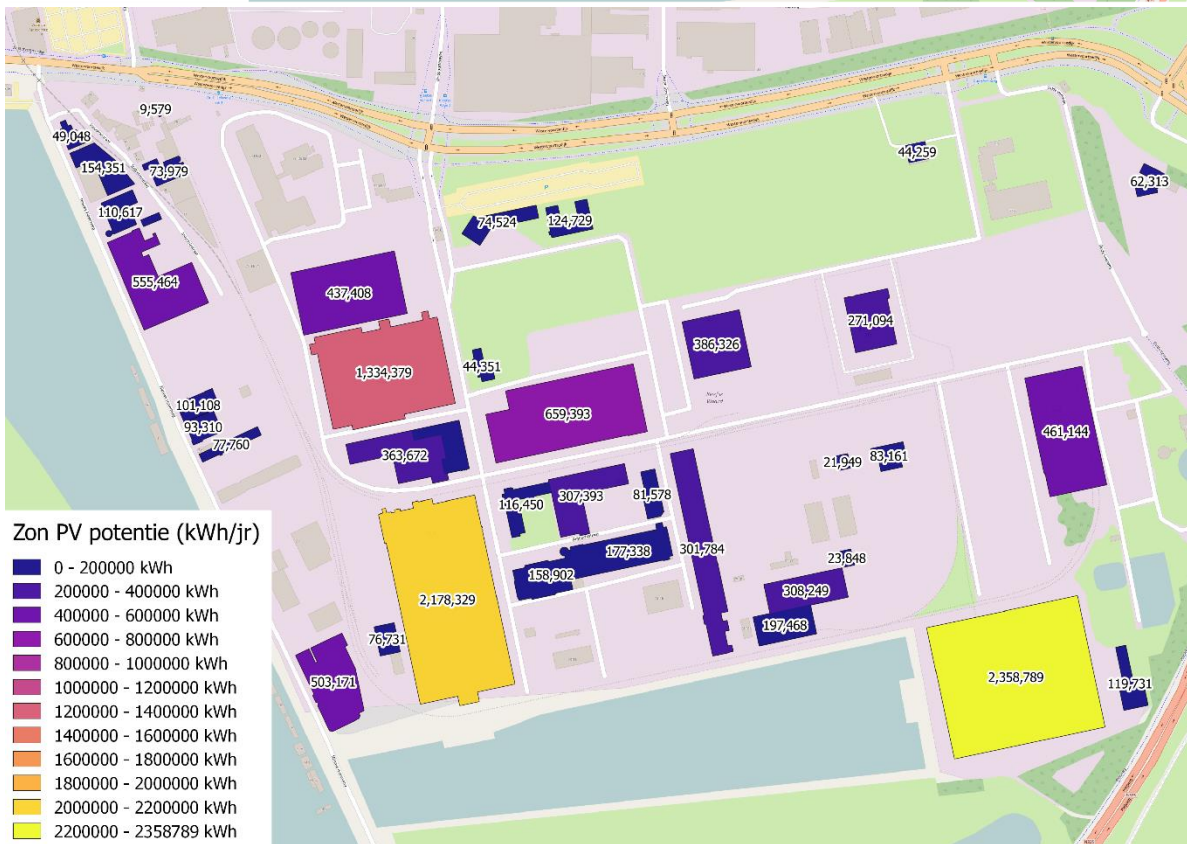
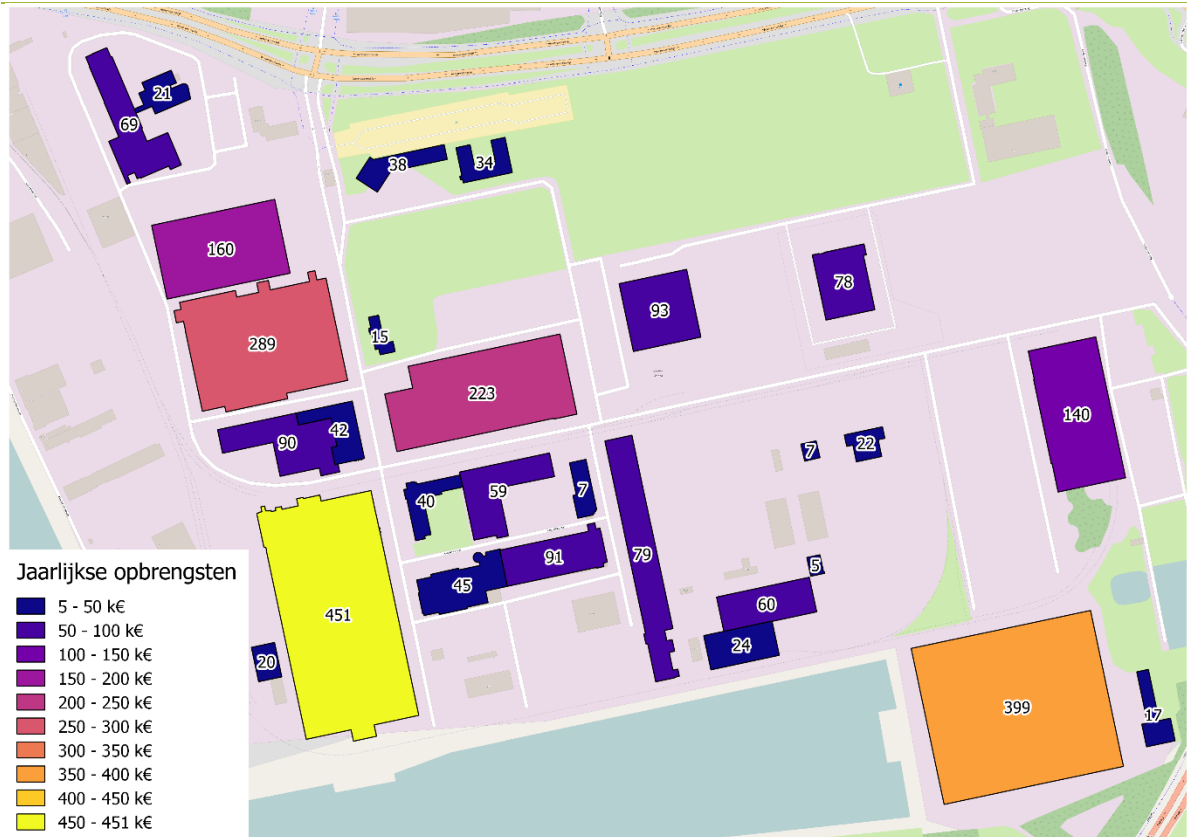




Eindverslag



Eindverslag



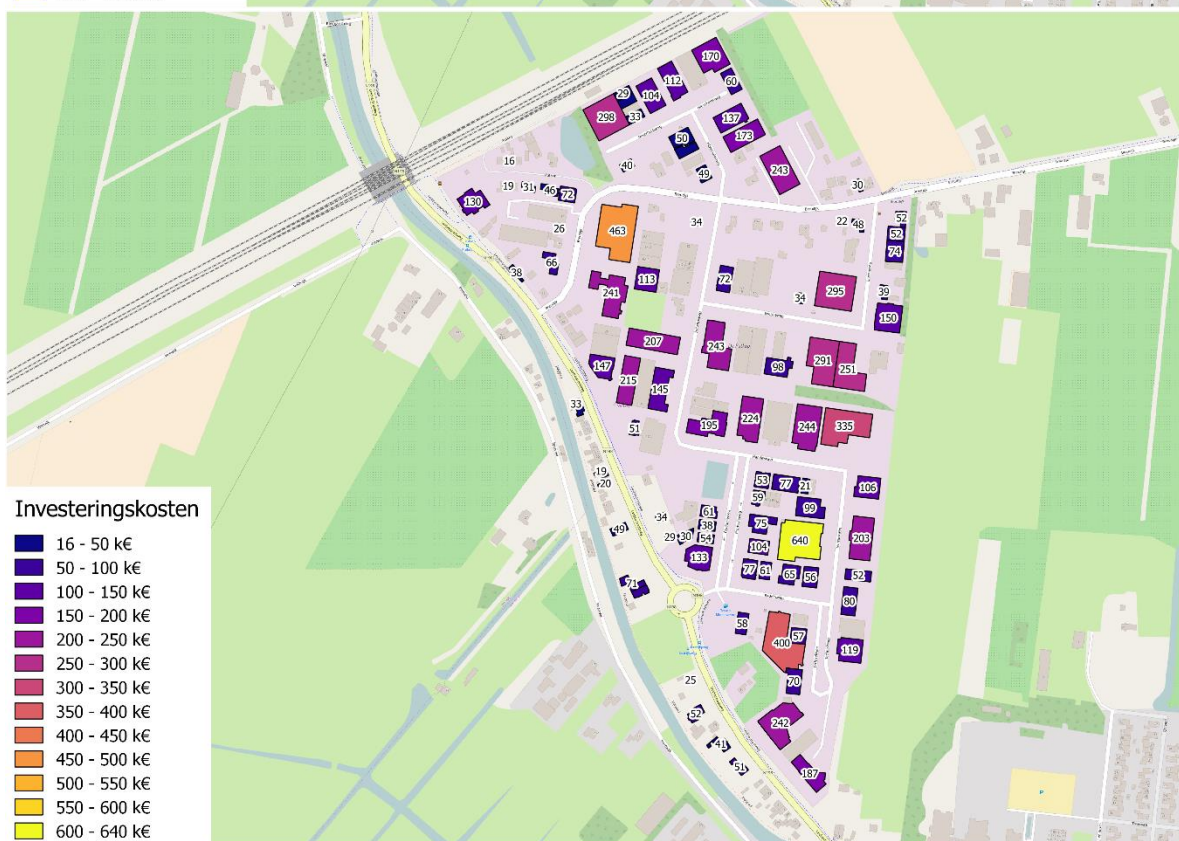
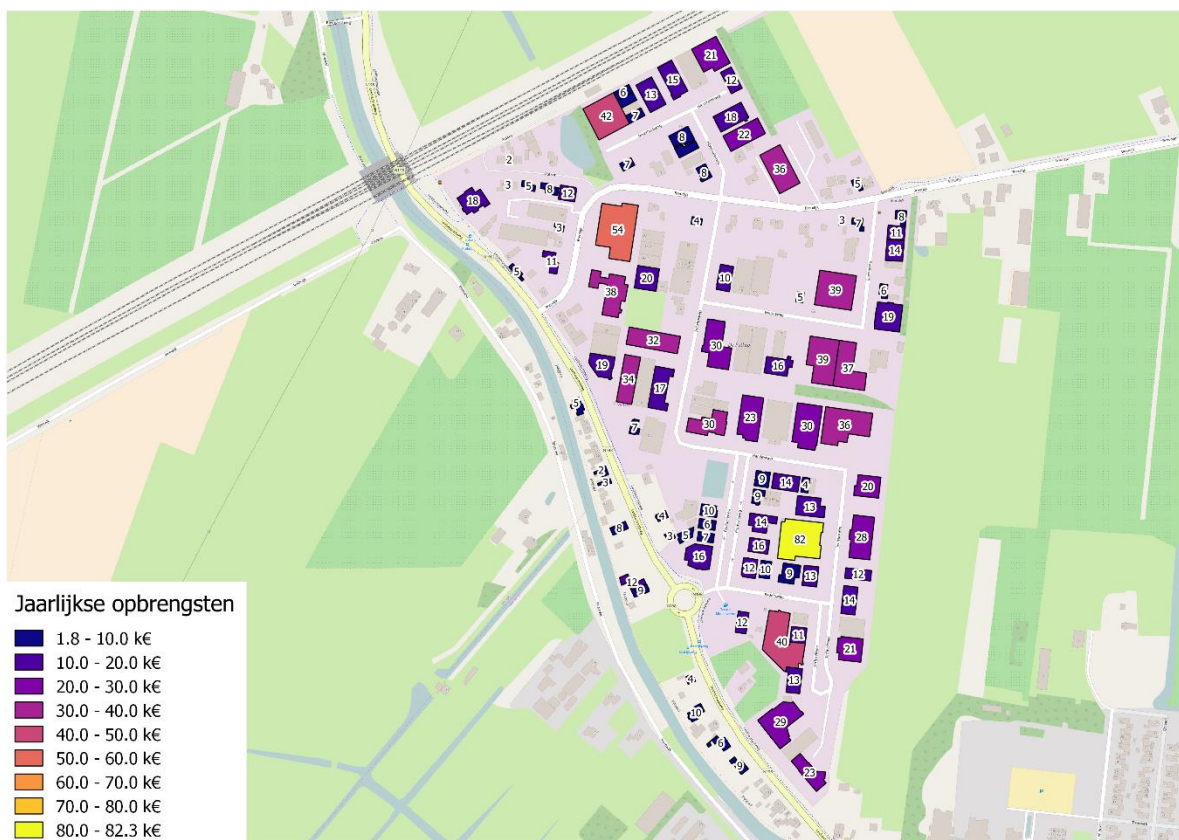


Eindverslag



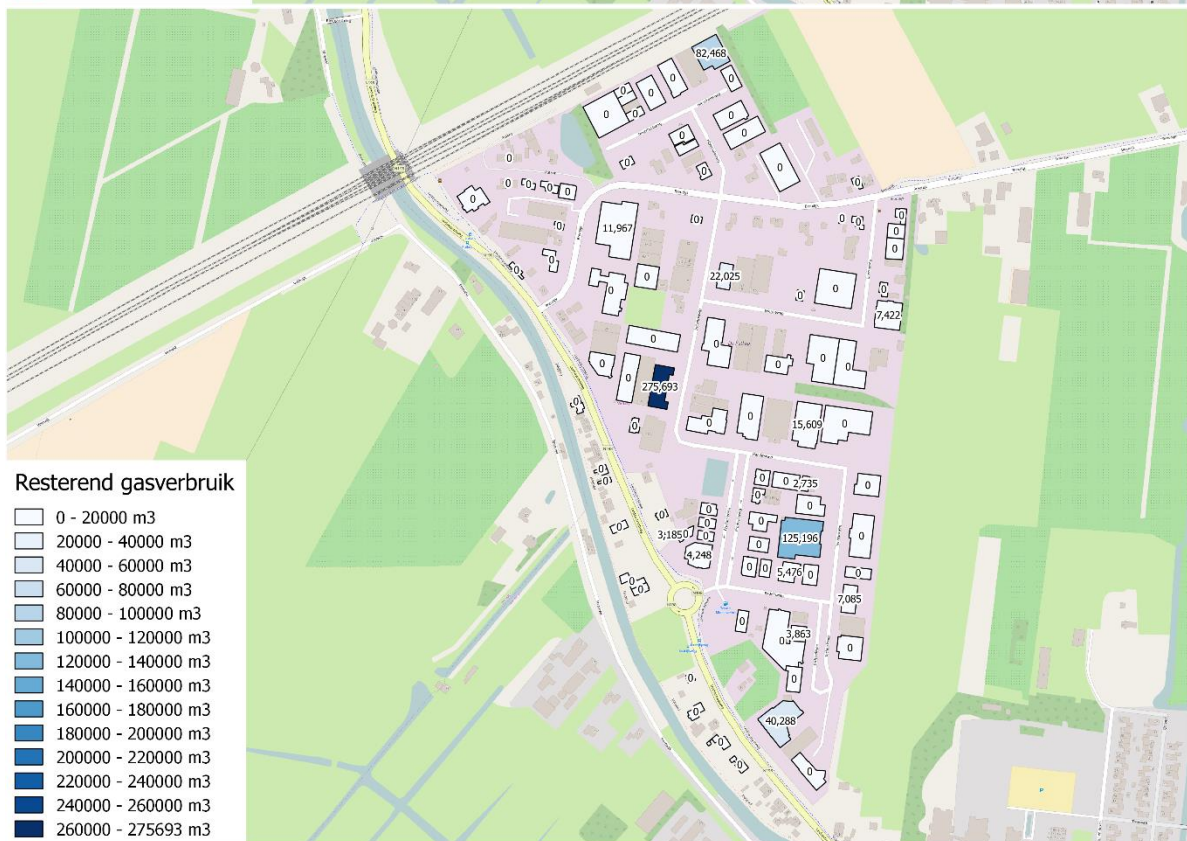
Eindverslag

De Putkop



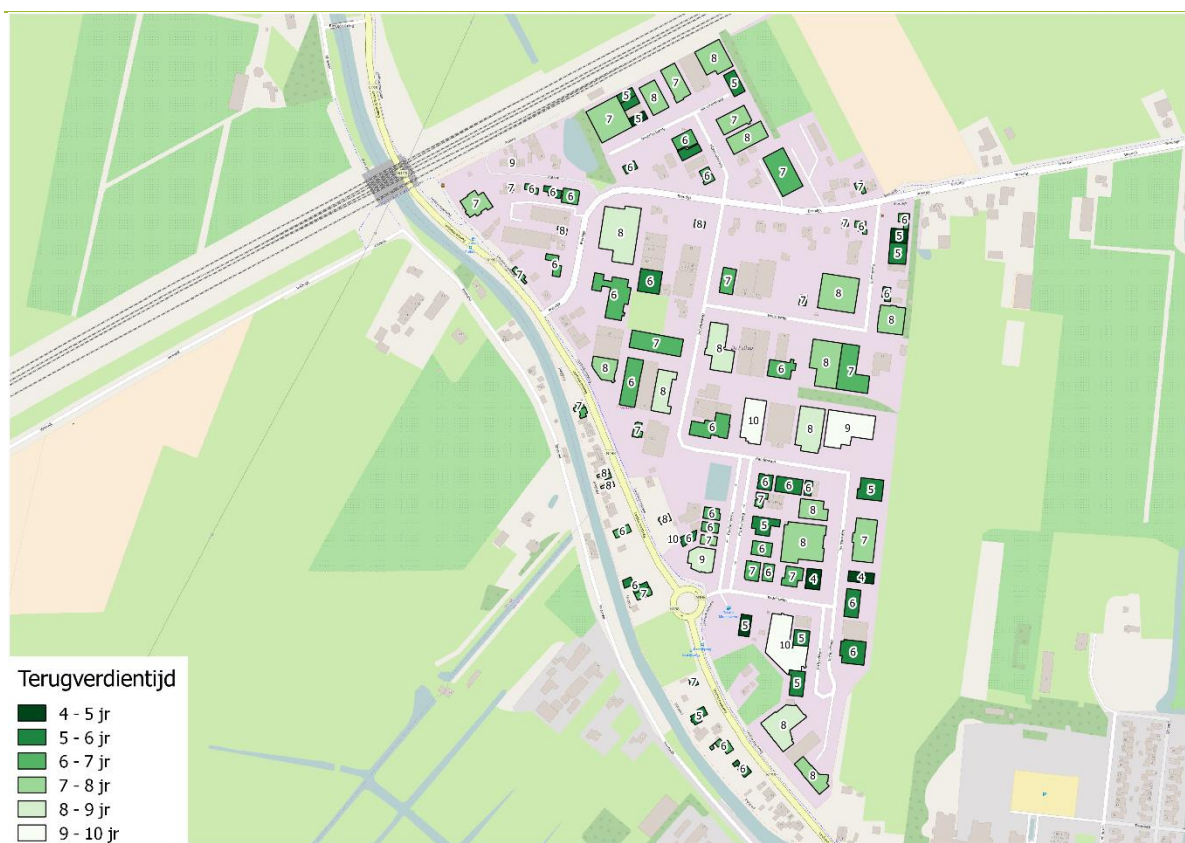


Eindverslag





Eindverslag



**Bijlage 2: Resultaten Energie Potentieelscan - Grafieken en tabellen**

**IPKW**

**TOTAAL OVERZICHT**

Bedrijventerrein	IPKW
Aantal bedrijven	97
Aantal panden	28
Totaal pand oppervlakte m2	136.806
Totaal bedrijfsoppervlakte m2	176.320
Elektriciteitsgebruik niet-proces kwh	8.991.120
Elektriciteitsgebruik proces kwh	166.990.534
Gasgebruik gebouwgebonden m3	1.579.351
Gasgebruik proces m3	114.156.254

**MAATREGELEN**

## Eindverslag

<b>Isolatie</b>	
Warmteverlies dak m3	733.997
Warmteverlies dak besparing m3	510.849
Dakisolatie kosten totaal euro	€ 2.544.236
Dakisolatie opbrengsten totaal euro jr	€ 204.163
Warmteverlies gevel m3	447.989
Warmteverlies gevel besparing m3	282.191
Gevelisolatie kosten totaal euro	€ 946.458
Gevelisolatie opbrengsten totaal euro jr	€ 114.841
Warmteverlies glas besparing m3	39.289
Warmteverlies glas m3	62.401
Glasisolatie kosten totaal euro	€ 196.747
Glasisolatie opbrengsten totaal euro jr	€ 14.229

<b>Warmteterugwinning ventilatie</b>	
Warmteverlies ventilatie m3	334.964
Warmteverlies ventilatie besparing m3	251.223
WTW kosten totaal euro	€ 843.924
WTW opbrengsten totaal euro jr	€ 96.699

<b>Warmtepompen (Volledig)</b>	
Warmtepomp volledig besparing gas m3	495.799
Warmtepomp volledig extra elektriciteit kWh	792.527
Warmtepomp koeling besparing kWh	96.361
Warmtepomp volledig kosten totaal euro	€ 2.153.434
Warmtepomp volledig opbrengsten totaal euro jr	€ 128.212

<b>Warmtepompen (Optimaal)</b>	
Warmtepomp optimaal besparing gas m3	728
Warmtepomp optimaal extra elektriciteit kWh	634.507
Warmtepomp koeling besparing kWh	96.361
Warmtepomp optimaal kosten totaal euro	€ 1.364.514
Warmtepomp optimaal opbrengsten totaal euro jr	€ 137.181

<b>LED</b>	
Totaal verlichting typisch gebruik kWh jr	3.395.611
Totaal verlichting LED gebruik kWh jr	1.426.157
LED besparing kWh jr	1.969.454
LED kosten totaal euro	€ 394.163
LED opbrengsten totaal euro jr	€ 194.848

## Eindverslag

Zon PV	
Totaal dakoppervlak m2	136.806
Beschikbaar PV oppervlakte m2	104.353
PV vermogen Wp	17.218.307
PV elek opbrengst kWh jr	15.653.007
PV kosten totaal euro	€ 19.045.285
PV opbrengsten totaal euro jr	€ 2.058.600

**RESULTAAT ENERGIEVERBRUIK**

Gasgebruik (gebouwgebonden)	
Gebouwgebonden gasgebruik m3	1.579.351
Warmteverlies dak besparing m3	510.849
Warmteverlies gevel besparing m3	282.191
Warmteverlies glas besparing m3	39.289
Warmteterugwinning ventilatie besparing m3	251.223
Besparing gas wpomp volledig m3	495.799
Resterend gasgebruik m3	-
Besparingspercentage	100%

Elektriciteit (niet-proces)	
Elektriciteitsgebruik niet-proces kwh	8.991.120
Warmtepomp volledig extra elektriciteit kWh	792.527
Warmtepomp koeling besparing kWh	96.361
LED besparing kWh jr	1.969.454
Resterend elektriciteitsgebruik niet-proces (excl PV) kWh	7.717.831
Besparingspercentage	14%
PV elek opbrengst kWh jr	15.653.007
PV opwek t.o.v. resterend gebruik	203%
Resterend elektriciteitsgebruik niet-proces (incl PV) kWh	-

Procesgebonden energiegebruik	
Gasgebruik proces m3	114.156.254
Elektriciteitsgebruik proces kwh	166.990.534
Resterend elektriciteitsgebruik proces (incl PV) kWh	159.055.358

**RESULTAAT KOSTEN EN OPBRENGSTEN**

## Eindverslag

Kosten maatregelen	
Dakisolatie kosten totaal euro	€ 2.544.236
Gevelisolatie kosten totaal euro	€ 946.458
Glasisolatie kosten totaal euro	€ 196.747
WTW kosten totaal euro	€ 843.924
Warmtepomp volledig kosten totaal euro	€ 2.153.434
Warmtepomp optimaal kosten totaal euro	€ 1.364.514
LED kosten totaal euro	€ 394.163
PV kosten totaal euro	€ 19.045.285
Totale investering euro	€ 26.124.246

Opbrengsten maatregelen	
Dakisolatie opbrengsten totaal euro jr	€ 204.163
Gevelisolatie opbrengsten totaal euro jr	€ 114.841
Glasisolatie opbrengsten totaal euro jr	€ 14.229
WTW opbrengsten totaal euro jr	€ 96.699
Warmtepomp volledig opbrengsten totaal euro jr	€ 128.212
Warmtepomp optimaal opbrengsten totaal euro jr	€ 137.181
LED opbrengsten totaal euro jr	€ 194.848
PV opbrengsten totaal euro jr	€ 2.058.600
Totale opbrengsten euro jr	€ 2.811.591

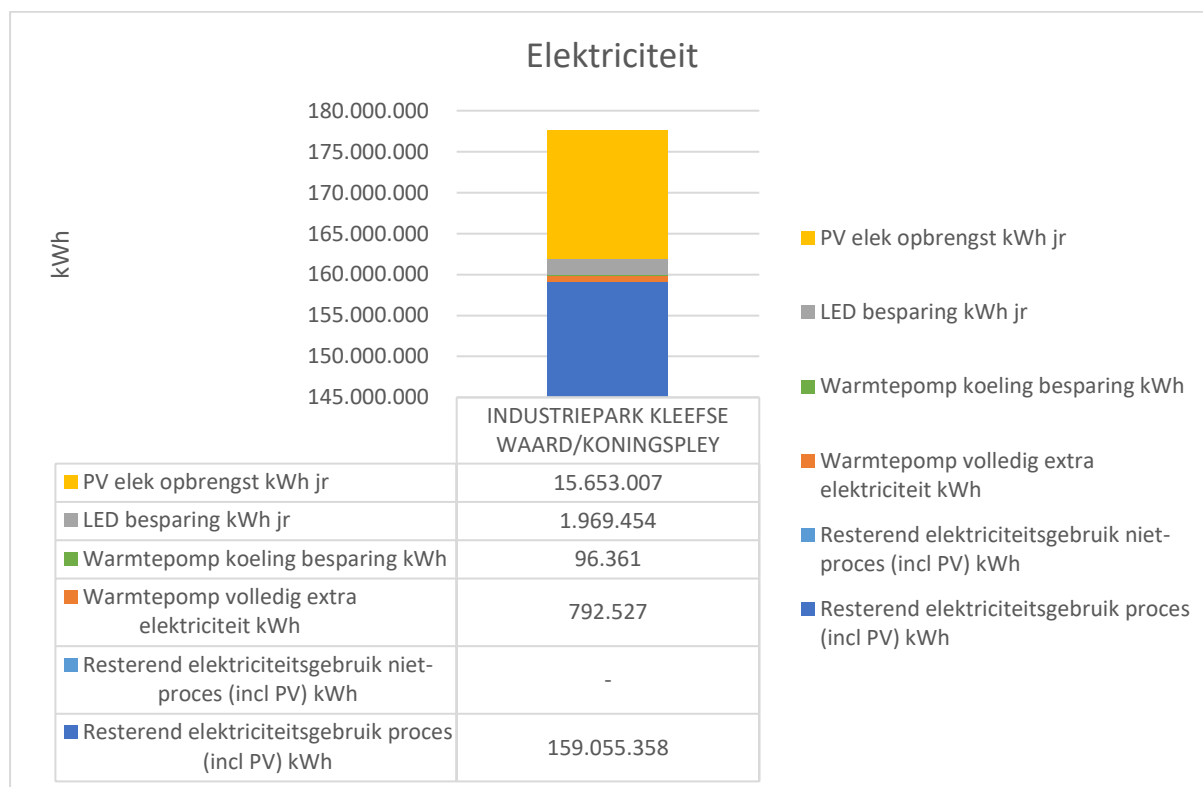
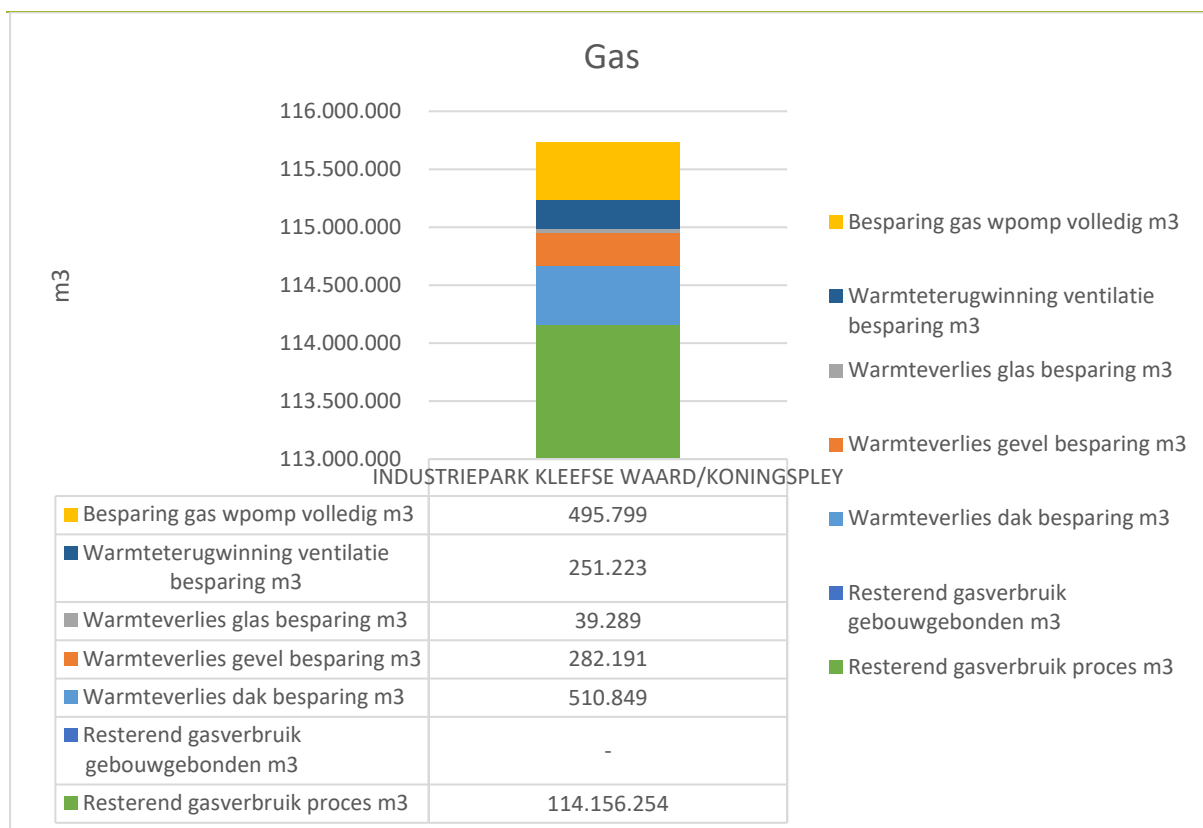
**RESULTAAT MILIEU**

CO2 (niet-proces)	
Gebouwgebonden gasgebruik CO2 T	2.811
Elektriciteitsgebruik niet-proces CO2 T	3.192
Isolatie besparing CO2 T	1.482
Warmteterugwinning besparing CO2 T	447
Warmtepomp koeling besparing CO2 T	34
Warmtepomp volledig besparing gas CO2 T	601
Warmtepomp optimaal besparing gas CO2 T	481
LED besparing CO2 T	699
Resterende CO2 emissies T	2.740
Besparingspercentage	54%
PV besparing CO2 T	5.557

CO2 (proces)	
Gasgebruik proces CO2 T	177.912
Elektriciteitsgebruik proces CO2 T	59.282

**GRAFIEKEN**

Eindverslag





## Eindverslag

**De Putkop**
**TOTAAL OVERZICHT**

Bedrijventerrein	DE PUTKOP
Aantal bedrijven	196
Aantal panden	94
Totaal pand oppervlakte m2	52.916
Totaal bedrijfsoppervlakte m2	84.367
Elektriciteitsgebruik niet-proces kwh	4.388.310
Elektriciteitsgebruik proces kwh	4.580.019
Gasgebruik gebouwgebonden m3	717.749
Gasgebruik proces m3	607.261

**MAATREGELEN**

Isolatie	
Warmteverlies dak m3	224.832
Warmteverlies dak besparing m3	126.920
Dakisolatie kosten totaal euro	€ 526.292
Dakisolatie opbrengsten totaal euro jr	€ 70.116
Warmteverlies gevel m3	186.632
Warmteverlies gevel besparing m3	81.860
Gevelisolatie kosten totaal euro	€ 302.916
Gevelisolatie opbrengsten totaal euro jr	€ 45.223
Warmteverlies glas besparing m3	73.530
Warmteverlies glas m3	140.093
Glasisolatie kosten totaal euro	€ 259.888
Glasisolatie opbrengsten totaal euro jr	€ 40.621

Warmteterugwinning ventilatie	
Warmteverlies ventilatie m3	166.191
Warmteverlies ventilatie besparing m3	122.935
WTW kosten totaal euro	€ 386.922
WTW opbrengsten totaal euro jr	€ 61.076

Warmtepompen (Volledig)	
Warmtepomp volledig besparing gas m3	312.504
Warmtepomp volledig extra elektriciteit kWh	499.532
Warmtepomp koeling besparing kWh	49.947
Warmtepomp volledig kosten totaal euro	€ 1.612.187
Warmtepomp volledig opbrengsten totaal euro jr	€ 118.652

## Eindverslag

<b>Warmtepompen (Optimaal)</b>	
Warmtepomp optimaal besparing gas m3	612
Warmtepomp optimaal extra elektriciteit kWh	407.553
Warmtepomp koeling besparing kWh	49.947
Warmtepomp optimaal kosten totaal euro	€ 1.159.045
Warmtepomp optimaal opbrengsten totaal euro jr	€ 120.349

<b>LED</b>	
Totaal verlichting typisch gebruik kWh jr	1.691.713
Totaal verlichting LED gebruik kWh jr	690.264
LED besparing kWh jr	1.001.449
LED kosten totaal euro	€ 211.330
LED opbrengsten totaal euro jr	€ 108.050

<b>Zon PV</b>	
Totaal dakoppervlak m2	52.916
Beschikbaar PV oppervlakte m2	42.313
PV vermogen Wp	6.981.623
PV elek opbrengst kWh jr	6.346.930
PV kosten totaal euro	€ 6.883.391
PV opbrengsten totaal euro jr	€ 999.311

**RESULTAAT ENERGIEVERBRUIK**

<b>Gasgebruik (gebouwgebonden)</b>	
Gebouwgebonden gasgebruik m3	717.749
Warmteverlies dak besparing m3	126.920
Warmteverlies gevel besparing m3	81.860
Warmteverlies glas besparing m3	73.530
Warmteterugwinning ventilatie besparing m3	122.935
Besparing gas wpomp volledig m3	312.504
Resterend gasgebruik m3	-
Besparingspercentage	100%

<b>Elektriciteit (niet-proces)</b>	
Elektriciteitsgebruik niet-proces kWh	4.388.310
Warmtepomp volledig extra elektriciteit kWh	499.532
Warmtepomp koeling besparing kWh	49.947
LED besparing kWh jr	1.001.449
Resterend elektriciteitsgebruik niet-proces (excl PV) kWh	3.836.447
Besparingspercentage	13%
PV elek opbrengst kWh jr	6.346.930
PV opwek t.o.v. resterend gebruik	165%
Resterend elektriciteitsgebruik niet-proces (incl PV) kWh	-

## Eindverslag

Procesgebonden energieverbruik	
Gasgebruik proces m <sup>3</sup>	607.261
Elektriciteitsgebruik proces kWh	4.580.019
Resterend elektriciteitsgebruik proces (incl PV) kWh	2.069.536

**RESULTAAT MILIEU**

CO2 (niet-proces)	
Gebouwgebonden gasgebruik CO2 T	1.278
Elektriciteitsgebruik niet-proces CO2 T	1.558
Isolatie besparing CO2 T	503
Warmteterugwinning besparing CO2 T	219
Warmtepomp koeling besparing CO2 T	18
Warmtepomp volledig besparing gas CO2 T	379
Warmtepomp optimaal besparing gas CO2 T	309
LED besparing CO2 T	356
Resterende CO2 emissies T	1.362
Besparingspercentage	52%
PV besparing CO2 T	2.253

CO2 (proces)	
Gasgebruik proces CO2 T	1.081
Elektriciteitsgebruik proces CO2 T	1.626

**RESULTAAT KOSTEN EN OPBRENGSTEN**

Kosten maatregelen	
Dakisolatie kosten totaal euro	€ 526.292
Gevelisolatie kosten totaal euro	€ 302.916
Glasisolatie kosten totaal euro	€ 259.888
WTW kosten totaal euro	€ 386.922
Warmtepomp volledig kosten totaal euro	€ 1.612.187
Warmtepomp optimaal kosten totaal euro	€ 1.159.045
LED kosten totaal euro	€ 211.330
PV kosten totaal euro	€ 6.883.391
Totale investering euro	€ 10.182.925

## Eindverslag

---

<b>Opbrengsten maatregelen</b>	
Dakisolatie opbrengsten totaal euro jr	€ 70.116
Gevelisolatie opbrengsten totaal euro jr	€ 45.223
Glasisolatie opbrengsten totaal euro jr	€ 40.621
WTW opbrengsten totaal euro jr	€ 61.076
Warmtepomp volledig opbrengsten totaal euro jr	€ 118.652
Warmtepomp optimaal opbrengsten totaal euro jr	€ 120.349
LED opbrengsten totaal euro jr	€ 108.050
PV opbrengsten totaal euro jr	€ 999.311
<b>Totale opbrengsten euro jr</b>	<b>€ 1.443.048</b>

Eindverslag

**GRAFIEKEN**

