



## Professionele Bachelor Elektromechanica Klimatisering



### VITOCALDENS – EEN HYBRIDE OPLOSSING VOOR DE VERWARMING VAN UW WONING

Bert Giots

Promotoren:

Dhr. Jef Smits  
Dhr. Rik Vaesen  
Dhr. Chris Hendrickx

Viessmann Belgium bvba  
Viessmann Belgium bvba  
Hogeschool PXL

The Viessmann logo, consisting of the word 'VIESSMANN' in a bold, red, sans-serif font. The letter 'S' is stylized with a vertical line through it.





## Professionele Bachelor Elektromechanica Klimatisering



### VITOCALDENS – EEN HYBRIDE OPLOSSING VOOR DE VERWARMING VAN UW WONING

Bert Giots

Promotoren:

Dhr. Jef Smits  
Dhr. Rik Vaesen  
Dhr. Chris Hendrickx

Viessmann Belgium bvba  
Viessmann Belgium bvba  
Hogeschool PXL

The Viessmann logo, consisting of the word 'VIESSMANN' in a bold, red, sans-serif font. The letter 'S' is stylized with a vertical line through it.

# Dankwoord

Negen weken stage lopen in een bedrijf, een onderzoek doen en hierover een eindwerk schrijven. Geloof mij, dat doe je niet alleen. Daarom wil ik van deze gelegenheid gebruik maken om enkele mensen te bedanken die geholpen hebben om dit eindwerk tot stand te brengen.

Allereerst wil ik Jef Smits bedanken om altijd klaar te staan om mijn vragen te beantwoorden en me te voorzien van documentatie en informatie. Uw enorme kennis en expertise zorgden ervoor dat ik nooit lang met een vraag zat.

Ook wil ik mijn dank betuigen aan mijn PXL promotor Chris Hendrickx voor het opvolgen en steunen van het project en aan Jan Hoogmartens voor het kritisch onderzoeken van de resultaten en de theoretische steun.

Verder wil ik ook nog graag Rik Vaesen bedanken voor de vele interessante onderwerpen die hij aanreikte om tijdens mijn stage te onderzoeken. Ook bedank ik Patrick O om mij toe te laten als stagiair op Viessmann

Bij deze zou ik graag deze kans gebruiken om al mijn lectoren te bedanken. Dankzij jullie kennis en enthousiasme en wil om ons iets bij te leren ben ik geraakt waar ik nu ben.

Als laatste wil ik dan ook nog mijn vrienden en familie bedanken die me altijd steunen en altijd voor mij klaarstaan.  
Bedankt allemaal!

## Inhoud

Abstract .....	1
Gebruikte afkortingen en begrippen.....	2
1. Inleiding.....	1
1.1. Beschrijving van het bedrijf.....	1
1.2. Nieuwe technologie .....	2
1.3. Onderzoeksprobleem.....	3
2. Warmtebronnen.....	4
2.1. Gasketel.....	4
2.1.1. Inleiding.....	4
2.1.2. Werking .....	4
2.1.3. Viessmann gasketel .....	6
2.2. Warmtepomp.....	7
2.2.1. Inleiding.....	7
2.2.2. Werking .....	7
2.2.3. Viessmann warmtepomp .....	8
3. Vitocaldens.....	9
3.1. Constructie .....	9
3.2. Werking .....	11
3.2.1. Werkingstoestanden .....	11
3.2.2. Omschakeling .....	12
3.2.3. Economische werking.....	13
3.2.4. Ecologische werking .....	14
3.2.5. De comfortfunctie .....	15
3.2.6. De inschakelvoorwaarden.....	16
4. Return On Investment.....	19
4.1. Inleiding.....	19
4.2. Excel programma.....	19
4.2.1. Algemeen .....	19
4.2.2. Input .....	20
4.2.3. Berekeningen .....	21
4.2.4. Output .....	22
4.3. Situatieanalyse .....	24
4.3.1. Algemeen .....	24
4.3.2. Situatieanalyse nieuwbouw .....	26
4.3.3. Situatieanalyse renovatie.....	29
4.3.4. Conclusie .....	33

5. Smart Grid .....	34
5.1. Wat is een Smart Grid .....	34
5.2. Smart Grid en de Vitocaldens.....	34
6. Andere hybride toestellen.....	35
6.1. Inleiding.....	35
6.2. Chaffoteaux.....	35
6.3. Atlantic .....	38
6.4. Daikin.....	40
6.5. Junkers.....	42
6.6. Vaillant .....	44
6.7. Bulex.....	47
6.8. Renson.....	48
7. Conclusies.....	50
Bibliografie .....	51
Figuren en Tabellen.....	52
Bijlagen.....	54

## Abstract

### VITOCALDENS – EEN HYBRIDE OPLOSSING VOOR UW WONING

Auteur:

Bert Giots

Promotoren:

Dhr. Jef Smits

Viessmann Belgium bvba

Dhr. Rik Vaesen

Viessmann Belgium bvba

Dhr. Chris Hendrickx

Hogeschool PXL

---

Viessmann brengt in augustus dit jaar een nieuw product op de Belgische markt, namelijk de Vitocaldens. Het is een hybride van een warmtepomp en een condenserende gasketel. De Vitocaldens gebruikt de beste eigenschappen van deze toestellen en combineert deze om zo economisch of zo ecologisch mogelijk te werken. Deze keuze wordt door de eindgebruiker zelf bepaald. Bij Viessmann zijn ze er van overtuigd dat de Vitocaldens veel mogelijkheden biedt binnen deze sector. Het is echter nog niet heel duidelijk in welke situaties de Vitocaldens een meerwaarde biedt ten opzichte van een andere techniek en in welke niet.

De voornaamrijkste doelstelling van deze studie is om een duidelijk beeld te krijgen in welke omstandigheden de Vitocaldens de beste keuze is en wanneer er beter voor een andere techniek gekozen wordt. Dit wordt onderzocht door een zogenaamde R.O.I. berekening uit te voeren. In deze berekening wordt er gekeken naar het jaarlijks verbruik van de Vitocaldens in vergelijking met een andere techniek. Uiteindelijk kan men dan aan de hand van deze resultaten bepalen welk toestel nu de beste keuze is.

Verder worden de Smart Grid mogelijkheden van het toestel besproken alsook wat juist Smart Grid is en wat het kan betekenen voor het verbruik van het toestel in de toekomst. Een andere doelstelling van dit onderzoek is een vergelijking maken met de hybride toestellen van andere fabrikanten. Wat zijn de verschillen en hoe werken ze?

Aan het eind van deze studie kan besloten worden dat de Vitocaldens in de renovatiewereld veel mogelijkheden biedt. Maar ook bij nieuwbouwprojecten blijkt de Vitocaldens een goede oplossing te zijn. De Smart Grid mogelijkheden van het toestel verzekeren de gebruiker daarboven dat hij in de toekomst ook altijd de goedkoopste oplossing voor handen heeft. Ook blijkt dat de Vitocaldens één van de meest efficiënte toestellen op de markt is.

The logo for Viessmann, featuring the word "VIESSMANN" in a bold, red, sans-serif font. The letter "S" is stylized, with a vertical bar on its left side that extends above and below the main letters.

## Gebruikte afkortingen en begrippen

R.O.I. → Return On Investment

Begrip gebruikt om aan te duiden wanneer een investering zichzelf heeft terugverdiend.

COP → Coefficient Of Performance

Getal gebruikt om de efficiëntie van een warmtepomp aan te duiden.

$$COP = \frac{\text{Nuttige thermische energie}}{\text{Toegevoegde energie (Compressor)}}$$

SPF → Seasonal Performance Factor

Getal gebruikt om de efficiëntie van een warmtepomp installatie over het hele stookseizoen te definiëren.

$$SPF = \frac{\text{Nuttige thermische energie}}{\text{Toegevoegde energie}}$$

De toegevoerde energie bevat alle energie die men toevoegt aan de installatie zoals pompen elektronica, sensoren et cetera.

PER → Primary Energy Factor

Getal gebruikt om aan te duiden hoeveel nuttige energie er wordt gebruikt ten opzichte van de primaire energie die men heeft verbruikt.

Bijvoorbeeld: Een koolcentrale produceert elektriciteit, per eenheid energie aan kolen die men in de centrale verbruikt wordt er 0,4 eenheden aan elektrische energie geproduceerd. Hier is de PER dan 0,4. Deze energie komt binnen bij een gezin met een warmtepomp met een COP van 4. Dit wil zeggen dat de 0,4 eenheden aan energie die er overschieten van de primaire energiebron uiteindelijk 1,6 eenheden in nuttige energie worden omgezet. Totaal gezien is de PER dan 1,6.

$$PER = \frac{\text{Nuttige energie}}{\text{Toegevoegde primaire energie}}$$

Smart Grid

Naamgeving voor een slim elektriciteitsnetwerk dat niet alleen maar energie transporteert maar de beheerders in staat stelt om real time analyses uit te voeren. Op basis hiervan is het mogelijk voor de beheerders om een glijdende energieprijz te hanteren.

SMR → Smart Grid Ready

SMR is een label dat wordt toegekend aan toestellen die klaar zijn om samen te werken met een Smart Grid en zo de efficiëntie van het toestel en het Smart Grid te verhogen.



## 1. Inleiding

### 1.1. Beschrijving van het bedrijf

Comfortabel, zuinig en milieuvriendelijk warmte produceren en deze op maat van de behoefte ter beschikking stellen, dat is het doel waarvoor het familiebedrijf Viessmann zich al drie generaties lang inzet. Met 17 fabrieken in Duitsland, Frankrijk, Canada, Polen, Hongarije, Oostenrijk, Zwitserland en China en 37 verkoopsorganisaties wereldwijd is het één van de grootste bedrijven in deze branche. Dankzij verschillende overnames is het bedrijf ook blijven groeien op alle markten. Enkele van de dochterondernemingen zijn warmtepompfabrikant KWT, houtverwarmingsspecialisten KÖB en BIOFerm. Door deze samenwerking zijn ze niet alleen één van de grootste in de branche, ze bieden ook op alle vlakken een oplossing.

Viessmann heeft ook verschillende academiën waar ze bijscholingsprogramma's aanbieden voor vakmensen. Op die manier blijven ook de vakmensen mee met de allernieuwste technologieën en kunnen ze in de verschillende labo's, onder gecontroleerde omstandigheden met het toestel in de praktijk kennismaken. [1]



Figuur 1: Viessmann gebouwen Allendorf



Figuur 2: Viessmann kantoren en verdeelcentrum Welkenraedt - België (Stageplaats)

## 1.2. Nieuwe technologie

De nieuwe technologie die in dit eindwerk aan bod komt is de Vitocaldens 222-F. Het toestel is een hybride verwarmingssysteem bestaande uit een condenserende gasketel en een warmtepomp. Het nieuwe sturingsysteem van Viessmann, de Vitotronic 200 type WO1C, zorgt ervoor dat deze twee systemen in perfecte harmonie werken. Dankzij deze regeling kan het toestel ervoor zorgen dat de gebruiker altijd met de goedkoopste brandstof werkt of met de meest milieuvriendelijke. De gebruiker kan dit instellen via de Vitotronic 200 regeling. Naast deze keuze kan de gebruiker ook de comfortfunctie activeren. Deze functie verzekert de gebruiker van een hoog sanitair comfort onafhankelijk van de gekozen instelling, ecologisch of economisch.

Het toestel beschikt ook over een interne sanitair warm water boiler van 130 liter. Met andere woorden het toestel op zich is geschikt voor een huishouden te voorzien van verwarming en sanitair warm water. Natuurlijk zijn er ook uitbreidingen mogelijk. Zoals bijvoorbeeld een zonn systeem of een buffervat.

De Vitocaldens is beschikbaar in drie uitvoeringen. De drie uitvoeringen zijn vrijwel hetzelfde op de warmtepomp na. Er zijn drie uitvoeringen beschikbaar waarvan twee monofasig zijn en één driefasig. In de onderstaande tabel (tabel 1) zijn enkele waarden omtrent vermogens en COP's terug te vinden van de drie verschillende uitvoeringen.

Tabel 1: Eigenschappen Vitocaldens: vermogen gegevens volgens EN14511

	Vitocaldens 222-F HAWB-M 222.A26	Vitocaldens 222-F HAWB-M 222.A29	Vitocaldens 222-F HAWB 222.A29
Nominaal vermogen A7/W35	8,39 kW	10,9 kW	10,16 kW
COP A7/W35	4,28	4,62	5,08
Nominaal vermogen A2/W35	5,6 kW	7,7 kW	5,57 kW
COP A2/W35	3,24	3,50	3,79
Nominaal vermogen A-7/W35	6,60 kW	8,72 kW	9,50 kW
COP A-7/W35	2,49	2,55	3,10
Min. en max. buitentemperatuur	-15°C / 35°C	-15°C / 35°C	-20°C / 35°C
Vermogenbereik gasketel ( 50/30 )	3,2 – 19 kW	3,2 – 19 kW	3,2 – 19 kW
Netaansluiting	230V	230V	400V
Sanitaire boiler	130 l	130 l	130
Brutoprijs	€ 9.658	€ 11.600	€11.833

### 1.3. Onderzoeksprobleem

Bij de introductie van een nieuw toestel zijn er in het begin altijd onzekerheden. De voornaamste vragen die de vertegenwoordigers van Viessmann zich stellen bij de lancering van dit nieuwe product, zijn de volgende: Wat zijn de mogelijkheden van het toestel? Wanneer kan men dit systeem best toepassen en wanneer kiest men beter voor een ander systeem? Hoeveel is de besparing met dit toestel ten opzicht van andere systemen? Deze vragen zijn dan ook de voornaamste doelstellingen van dit onderzoek.

Het onderzoek zal op de volgende manier verlopen. Allereerst zal het toestel zelf grondig geanalyseerd worden. Hoe werkt het toestel en hoe wordt dit allemaal gestuurd. Na deze analyse kan er dan een programma opgesteld worden dat zo correct mogelijk het verbruik van het toestel bepaalt. Om dit te bepalen zal er eerst naar de specificaties van het toestel en de verschillende types gekeken worden. Welke COP's het toestel haalt bij verschillende buitentemperaturen, de vermogens die het toestel haalt et cetera. Hierna zal er aan de hand van weergegevens van het KMI bepaald worden hoeveel energie het toestel moet opwekken. En nog belangrijker bij welke buitentemperatuur dit moet gebeuren. Uiteindelijk worden al deze gegevens samen gegoten in één programma dat het jaarlijks verbruik bepaalt aan de hand van een aantal parameters. Verder zal in het programma ook rechtstreeks een R.O.I. berekening gemaakt worden.

Uiteindelijk wordt het bovenstaande programma gebruikt om een analyse te maken waarin de Vitocaldens wordt vergeleken met andere systemen. In deze analyse zullen de voor- en nadelen van beide systemen worden opgesomd en vergeleken met elkaar. Alsook de kostprijs en het jaarlijks verbruik zullen vergeleken worden. Voor dit laatste zal er gebruik gemaakt worden van het bovenstaand beschreven programma.

Bijkomend worden de mogelijkheden van het toestel onderzocht wanneer het gecombineerd wordt met een zogenaamd Smart Grid. Door gebruik te maken van enkele voorbeelden worden de voordelen die het toestel biedt duidelijk gemaakt.

Als laatste onderdeel van dit onderzoek worden andere gelijkaardige toestellen die beschikbaar zijn op de markt vergeleken met de Vitocaldens. Er zal gekeken worden naar welke vermogens beschikbaar zijn en, indien mogelijk, de sturing die toegepast wordt.

## 2. Warmtebronnen

Vooraleer de Vitocaldens kan geanalyseerd worden is het belangrijk dat er twee technieken gekend zijn. Een condenserende gasketel en een warmtepomp. Aangezien de Vitocaldens een hybride is van deze twee toestellen is het dus geen slecht idee om deze technieken even te bespreken. Deze technieken zullen eerst algemeen benaderd worden en erna zullen enkele specifieke kenmerken van het Viessmann toestel besproken worden.

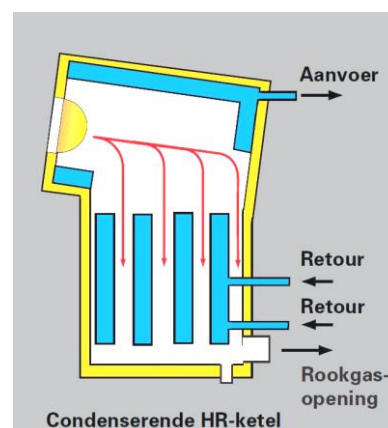
### 2.1. Gasketel

#### 2.1.1. Inleiding

Een gasketel is een toestel dat gas zal verbranden en de vrijgekomen warmte energie zal transporteren naar CV-water. Dit CV-water zal op zijn beurt dan weer de warmte afgeven aan het gewenste medium. Afhankelijk van de toepassingen kan dit bijvoorbeeld sanitair water zijn of een huis waar men warmte vraagt. Een gasketel komt in veel vormen voor en kan ook voor veel verschillende toepassingen gebruikt worden. Om deze reden zal de werking zeer algemeen uitgelegd worden. Deze kennis is echter voldoende om een goed begrip te hebben van de werking van een gasketel.

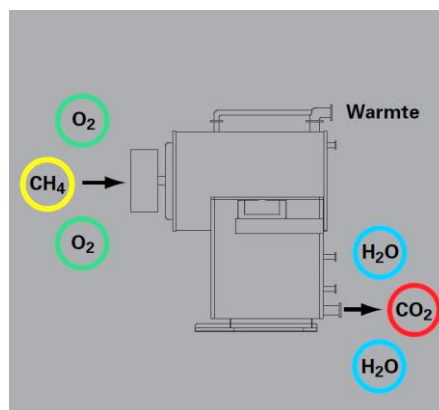
#### 2.1.2. Werking

Om een gas te verbranden zijn er twee componenten nodig, zuurstof en natuurlijk gas. Zuurstof kan men terugvinden in dezelfde lucht die we inademen. Om een verbranding te realiseren zal er dus een toevoer moeten voorzien worden van verse lucht en gas. Het toestel zal de verse lucht aanzuigen, bij nieuwe toestellen meestal door een ventilator, en deze mengen met gas. Dit gas-lucht mengsel wordt naar de verbrandingskamer gebracht waar het word verbrand. In de opstartfase wordt deze verbranding meestal op gang gebracht door een elektrode die een vonk maakt. Dit dankzij een transformator die de laagspanning van het net omzet naar hoogspanning. Wanneer het mengsel brandt is een vonk niet meer nodig om verder te kunnen branden. Door de verbranding ontstaan er rookgassen op hoge temperatuur. Deze rookgassen passeren via een warmtewisselaar. Door deze warmtewisselaar stroomt CV-water binnen via de retour en loopt terug naar het systeem via de aanvoer. Dit CV-water is op een lagere temperatuur dan de rookgassen. Bij moderne toestellen wil men deze temperatuur zo laag mogelijk houden voor een zo hoog mogelijke efficiëntie. Hierop zal later worden teruggekomen. De energie op hoge temperatuur van de rookgassen wordt afgegeven aan de warmtewisselaar die op een lagere temperatuur is. De afgekoelde rookgassen worden hierna afgevoerd.



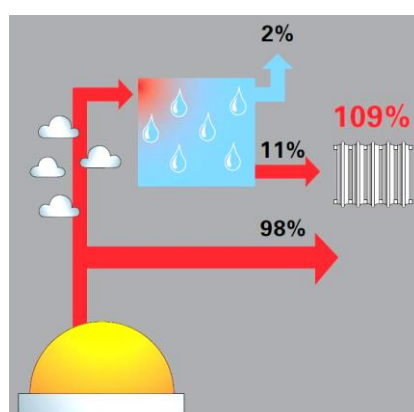
Figuur 3: Algemene werking condenserende gasketel

Eerder werd vermeld dat men de retourtemperatuur zo laag mogelijk wil houden. Dit komt omdat men op deze manier meer energie kan halen uit de rookgassen. En zo wordt er minder energie door de schoorsteen naar buiten gegooid. Indien de temperatuur laag genoeg is treedt er zelfs condensatie op. Bij het verbranden van aardgas ontstaat er namelijk  $\text{CO}_2$  en  $\text{H}_2\text{O}$  (water).



**Figuur 4: Reactievergelijking van de verbranding van aardgas**

Condensatie treedt op wanneer de temperatuur van de rookgassen lager wordt dan het dauwpunt. Hierdoor zullen de rookgassen condenseren en is het mogelijk om meer energie uit de rookgassen te halen. De energie die er dankzij de condensatie extra uit de rookgassen gehaald kan worden noemt men de latente energie. De theoretische warmtewinst die men dankzij de condensatie van de waterdamp in de rookgassen kan behalen bedraagt bij aardgas 11%. Vroeger werd er bij een rendementsbepaling van een ketel hiermee niet gerekend. Men bepaalde het rendement ten opzichte van de zogenaamde onderste caloriewaarde  $H_i$ . De hoeveelheid energie die er vrijkomt bij de verbranding van een product waarbij het vrijgekomen water wordt afgevoerd als damp. Wanneer men spreekt van de bovenste caloriewaarde  $H_s$ , bedoelt men de onderste caloriewaarde plus de latente warmte. Vandaag de dag bepaalt men het rendement dikwijls nog altijd ten opzichte van de onderste caloriewaarde. Theoretisch wordt het dan mogelijk om rendementen te halen tot 111% bij gas. In praktijk zal dit echter lager zijn.



**Figuur 5: Rendementen van een condenserende gasketel**

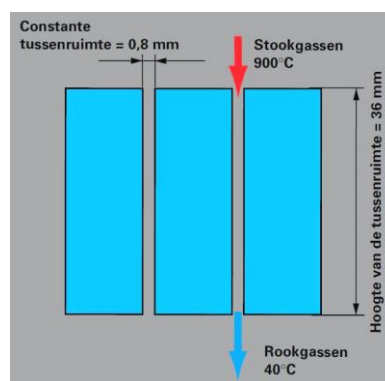
### 2.1.3. Viessmann gasketel

Een Viessmann gasketel heeft enkele onderdelen die de algemene efficiëntie van het toestel verbeteren. De voornaamste zijn het gepatenteerde Inox-Radial-verwarmingsoppervlak en de MatriX-Zylinderbranner.

Het Inox-Radial-verwarmingsoppervlak is de warmtewisselaar die wordt gebruikt om de warmte van de rookgassen over te dragen naar het CV-water. Het is gemaakt van een spiraalvormig gewikkelde rechthoekige buis van roestvast staal. [De verschillende windingen hebben dankzij hun speciale constructie een afstand van exact 0,8 mm. Deze afstand, die berekend is op basis van de bijzondere stromingskenmerken van de rookgassen, zorgt ervoor dat in de tussenruimte een laminaire stroming plaatsvindt zonder grenslaag. Deze laminaire stroming zorgt voor een uitstekende warmteoverdracht. De rookgassen, die een temperatuur van zo'n 900 °C hebben, kunnen over een lengte van slechts 36 mm worden afgekoeld.] [2]



**Figuur 6: Inox-Radial-verwarmingsoppervlak**



**Figuur 7: Gelaagde warmteoverdracht van het Inox-Radial-verwarmingsvlak**

De MatriX-Zylinderbranner van Viessmann zorgt voor een zeer zuivere verbranding. Dit dankzij de constructie van het brander en Lamda Pro Control. Lamda Pro Control zorgt ervoor dat de brander de zuiverheid van de verbranding als het ware kan uitlezen en past deze aan wanneer deze niet goed is. Dit gebeurt door de ventilator die de luchtaanvoer verzorgt te gaan regelen in toerental. Een inregeling is daarom bij deze brander ook niet nodig.

De brander is ook moduleerbaar in vermogen. Dit betekent dat men de hoeveelheid gas dat naar de verbrandingskamer wordt gebracht kan aanpassen naarmate de vraag. Er is wel een minimum vermogen wat de brander moet kunnen leveren om een goede werking te kunnen garanderen.



**Figuur 8: MatrX-Zylinderbrander**



## 2.2. Warmtepomp

### 2.2.1. Inleiding

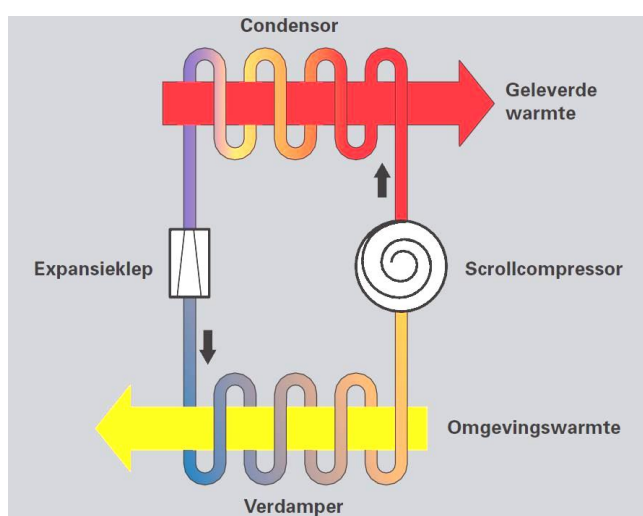
Een warmtepomp is een toestel dat energie uit een omgeving of medium haalt en dit afgeeft aan de gewenste omgeving of medium. Er bestaan veel verschillende soorten warmtepompen. Meestal worden deze geklasseerd op basis van de bron waar ze hun energie uithalen en waar ze deze aan afgeven. Zo heb je bijvoorbeeld een grond water warmtepomp, deze haalt energie uit de grond en geeft deze af aan water. Het toestel dat hier besproken zal worden is een lucht water warmtepomp. Dit toestel haalt energie uit de buitenlucht en geeft deze af aan CV-water.

### 2.2.2. Werking

Om de werking van een warmtepomp te begrijpen moet men eerst een koelcyclus begrijpen. Dit is een proces waarmee energie wordt getransporteerd. Het medium wat de energie transporteert in de koelcyclus noemt men een koelmiddel. Het koelmiddel wordt gekozen aan de hand van de eigenschappen van het koelmiddel en of het voldoet aan de huidige milieunormen.

In figuur 9 is een koelcyclus beschreven. Omdat een koelcyclus een doorlopend proces is, is er ook geen beginpunt. Om de koelcyclus uit te leggen begint men net na de expansieklep. Hier bevindt het koelmiddel zich in vloeibare vorm op lage temperatuur en op lage druk. De temperatuur van het koelmiddel is lager dan die van de omgeving. Wanneer het koelmiddel door de verdamper gaat neemt het daarom energie op uit de omgeving. Het koelmiddel verdampt door de opgenomen warmte. Het nu gasvormige koelmiddel wordt aangezogen door de compressor. In figuur 9 is dit een scrollcompressor. Andere vormen van compressoren bestaan ook maar deze word vaak gebruikt in warmtepompen. Wanneer het koelmiddel de compressor verlaat is het gas op hoge druk en op hoge temperatuur. Als het koelmiddel nu door de condensor gaat zal het zijn warmte afgeven aan het gewenste medium. Hierdoor zal het koelmiddel condenseren. Het vloeibare koelmiddel op hoge druk gaat nu door de expansieklep. Hier wordt het koelmiddel ontspannen waardoor de druk zakt en de temperatuur zakt. De cyclus is nu rond.

Een warmtepomp is dus niets meer als een toestel dat door middel van een koelcyclus warmte transporteert van een bron naar CV-water.



Figuur 9: Koelcyclus

### 2.2.3. Viessmann warmtepomp

Het kloppend hart van een warmtepomp is de compressor. Zoals eerder al vermeld werd is de gebruikte compressor een scrollcompressor. Bij Viessmann gebruiken ze een scrollcompressor, die dankzij DC-inverter technologie kan moduleren tot 30 % van het maximaal vermogen.



**Figuur 10: Scrollcompressor gebruikt in de Viessmann warmtepomp**



### 3. Vitocaldens

#### 3.1. Constructie

De Vitocaldens is een hybride tussen een split warmtepomp en een gasketel. Een split warmtepomp wil zeggen dat de warmtepomp uit twee delen bestaat die koeltechnisch met elkaar zijn verbonden. Eén deel dat buiten staat om warmte uit de omgevingslucht te halen en één deel dat in het huis of de kelder staat. Dit gedeelte geeft de warmte af aan het CV-water. Voor de Vitocaldens betekent dit dus ook dat het toestel uit twee delen bestaat. De 2 delen worden ook wel de binnen- en buitunit genoemd.



**Figuur 11: Vitocaldens 222-F**



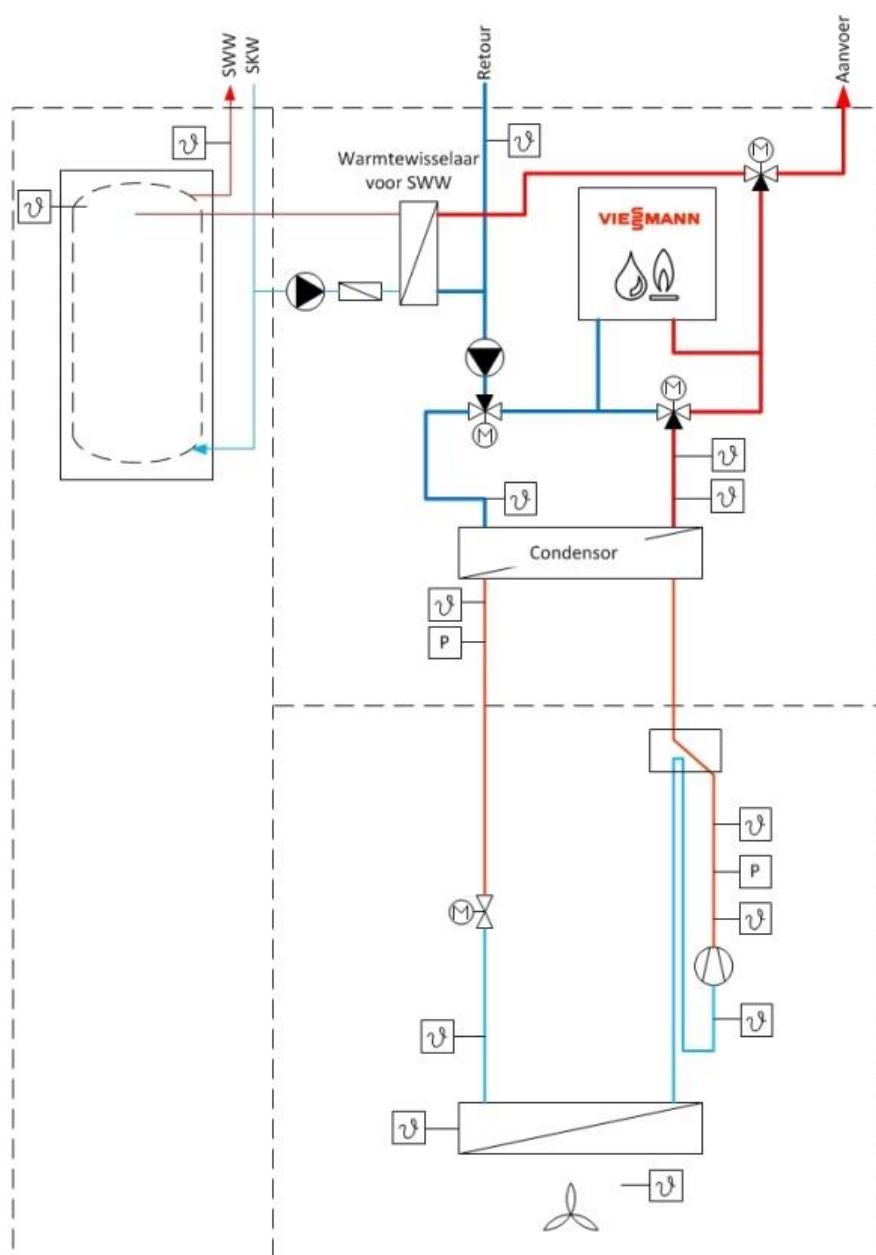
**Figuur 12: Open buitenunit Vitocaldens**



**Figuur 13: Open binnenunit Vitocaldens**

In de onderstaande figuur (Figuur 14) is het intern hydraulisch schema weergegeven van de Vitocaldens. Er zijn verschillende regio's afgebakend door stippellijntjes. De rechthoek die rechtsonder is afgebakend is de buitenunit. Hierin kan men de volgende componenten terugvinden. De compressor, de verdamper en de expansieklep. Ook is er een vierwegsomschakelklep voorzien voor de ontdooifase van de warmtepomp. Dit is nodig wanneer het buiten te koud wordt waardoor de verdamper zal aanvriezen. Deze klep zorgt ervoor dat men de verdamper kan ontdooien. De verdamper fungeert dan even als condensor en de condensor fungeert als verdamper.

De twee andere rechthoeken vormen samen de binnenunit. In de binnenunit kan men de gasketel, de condensor en de sanitair warm water boiler terugvinden. Ook zijn er hier enkele belangrijke componenten terug te vinden die cruciaal zijn voor de werking van de Vitocaldens. Zoals de driewegsomschakelkleppen, de circulatiepomp, de sanitaire laadpomp en de platenwisselaar voor de productie van sanitair warm water.



Figuur 14: Intern hydraulisch schema Vitocaldens

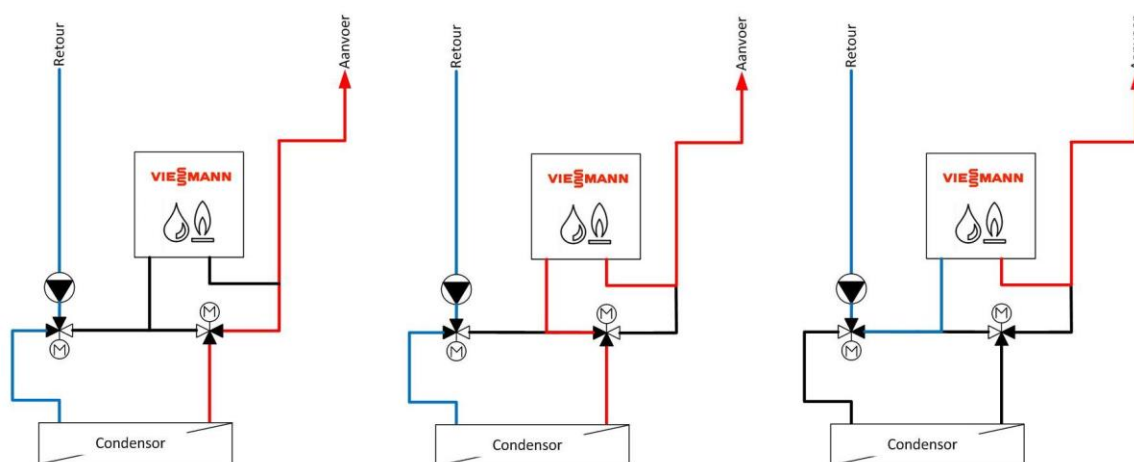
## 3.2. Werking

### 3.2.1. Werkingstoestanden

De Vitocaldens zal altijd optimaal gebruik maken van de warmtebronnen, de gasketel en de warmtepomp. Welke warmtebron optimaal is wordt bepaald door de slimme regeling van Viessmann, de Vitotronic 200. De Vitotronic kan op twee manieren ingesteld worden. Ecologisch verwarmen of economisch verwarmen. Wanneer er gekozen wordt voor ecologisch verwarmen zal de regeling altijd voorrang geven aan de warmtebron die op dat moment het milieuvriendelijkste kan verwarmen. Indien er gekozen wordt voor economisch verwarmen zal de regeling altijd de goedkoopste warmtebron gebruiken.

De Vitocaldens kan op drie verschillende wijzen warmte voorzien. Door enkel de warmtepomp te gebruiken, door enkel de gasketel te gebruiken of door ze beiden te gebruiken. Wanneer beide toestellen warmte voorzien wordt ook wel bivalente werking genoemd. Dit wordt hydraulisch geregeld door twee 3-wegsomschakelkleppen. Afhankelijk hoe deze gepositioneerd zijn kan de condenserende ketel alleen werken, samen werken met de warmtepomp of kan de warmtepomp alleen werken.

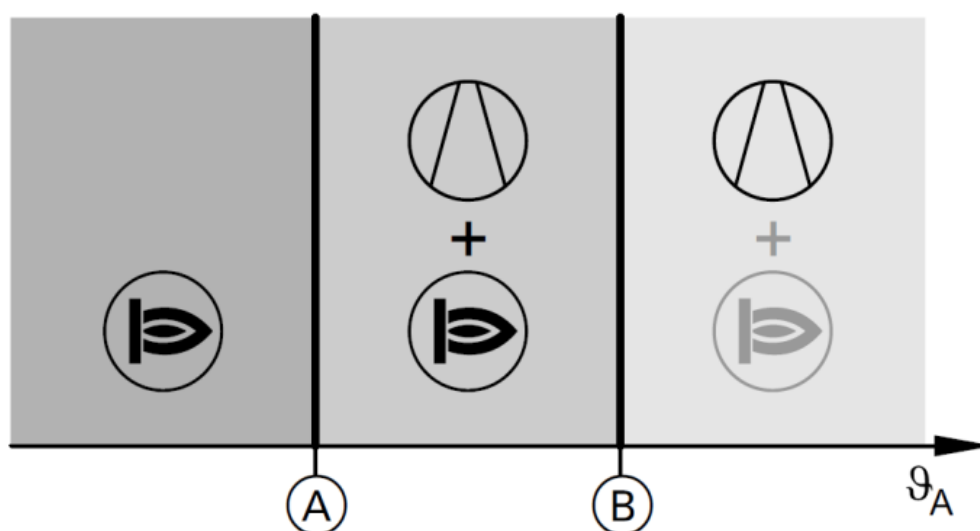
Op figuur 15 zijn vereenvoudigde hydraulische schema's te zien die de verschillende werkingstoestanden weergeven. Deze toestanden worden bepaald door de positie van de 3-wegsomschakelkleppen. In het linkse schema wordt er enkel verwarmd door de warmtepomp. De 3-wegsomschakelkleppen zijn zo gepositioneerd dat de gasketel overbrugt wordt. Deze positie van de 3-wegsomschakelkleppen geldt ook wanneer de verwarming is uitgeschakeld. Het is dus de rusttoestand van de kleppen. In het middelste schema wordt er door beide warmtebronnen verwarmd. Het retourwater zal eerst de condensor passeren waar de warmtepomp zo veel mogelijk van het nodige vermogen leveren. De gasketel levert het resterende vermogen dat nodig is om de warmtevraag te dekken. In het rechtse schema wordt er enkel door de condenserende gasketel verwarmd. De condensor wordt nu overbrugt.



Figuur 15: Verschillende werkingschema's van de Vitocaldens: Enkel warmtepomp, Bivalente werking, Enkel gasketel

### 3.2.2. Omschakeling

Een belangrijk punt voor de efficiëntie is het de omschakeling van de verschillende werkingstoestanden. In andere woorden wanneer zal de warmtepomp werken, wanneer de gasketel en wanneer zullen ze beide werken? Figuur 19 geeft de verschillende werkingstoestanden weer in functie van de buitentemperatuur  $\vartheta_A$ . Bij lage buitentemperaturen zal enkel de gasketel werken. Vanaf punt A zullen beide warmtebronnen samenwerken. En vanaf het punt B zal enkel de warmtepomp werken. Hier kan je ook al zien dat er een mogelijkheid is dat de gasketel eventueel toch nog kan werken voorbij punt B. Dit heeft te maken met de comfortfunctie maar hier komt men later op terug. Het punt A is een dynamisch punt en wordt door de regeling berekend. Deze berekening is afhankelijk van de gekozen instelling en enkele parameters. Het punt B daarentegen is een vaste waarde. Het punt duidt namelijk aan wanneer het maximum vermogen van de warmtepomp de warmtevraag niet alleen meer aankan. Het bivalentiepunt B is dus afhankelijk van de warmteverliezen van het gebouw. Om deze reden kan dit punt ook enkel door een vakman worden ingesteld.



Figuur 16: Grafiek die de werkingstoestanden weergeeft in functie van de buitentemperatuur

### 3.2.3. Economische werking

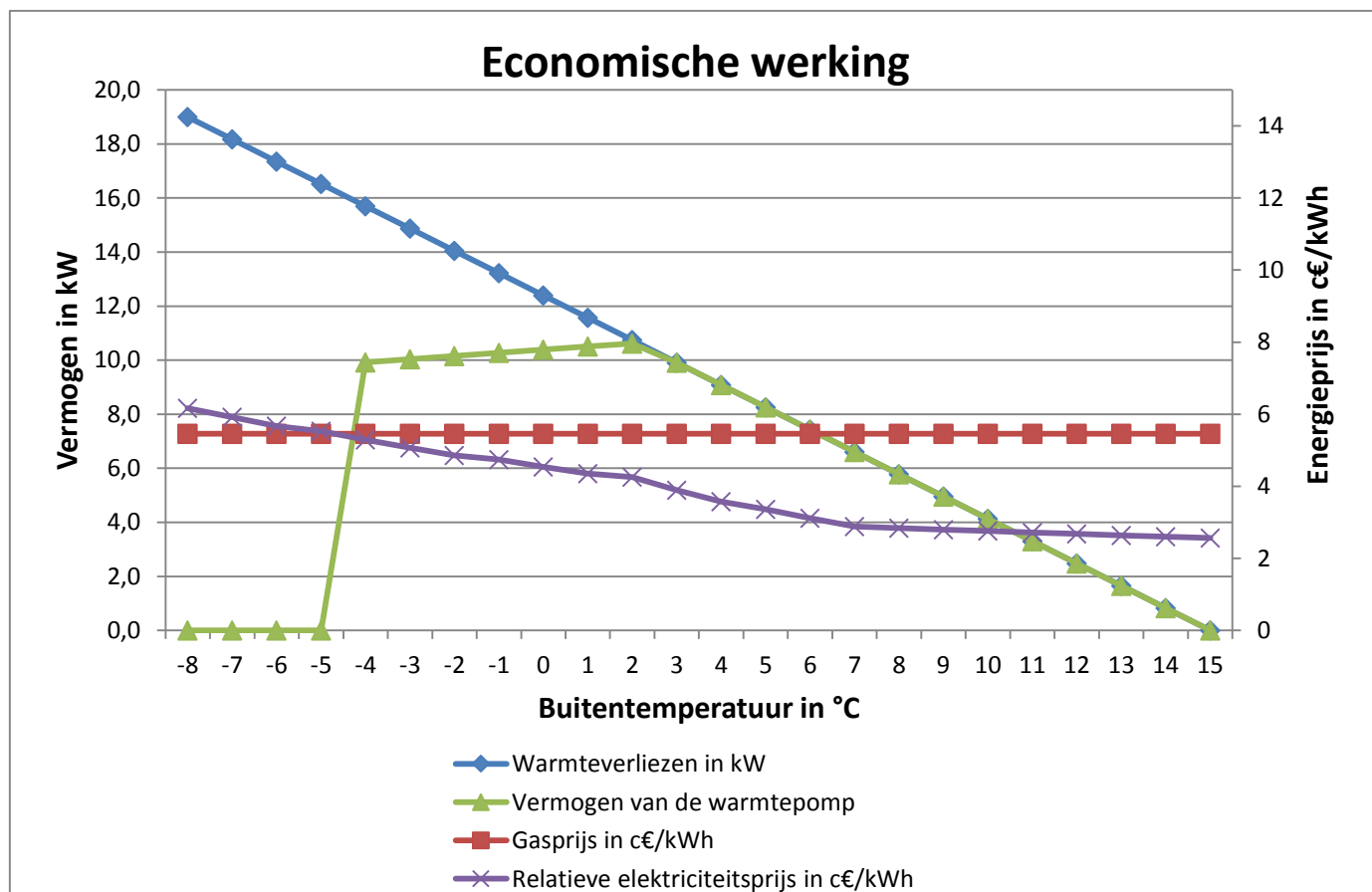
De economische werking zorgt ervoor dat het toestel altijd zal verwarmen met de goedkoopste warmtebron. De regeling zal dus het omschakelpunt gaan bepalen aan de hand van de prijs per kWh. Dit wordt berekend aan de hand van enkele parameters.

Deze parameters zijn:

- de huidige COP
- het huidige gevraagde vermogen
- buitentemperatuur
- elektriciteitsprijs, mogelijkheid om meerdere tarieven in te geven (instelbaar door de gebruiker)
- prijs voor de fossiele brandstof (instelbaar door de gebruiker)

De regeling zal voor de warmtepomp en voor de gasketel berekenen wat de prijs per kWh is. Aan de hand van deze resultaten kiest de regeling de goedkoopste warmtebron. Indien de warmtepomp de goedkoopste warmtebron is en deze het huidige gevraagde vermogen niet kan leveren, zal de regeling het resterend vermogen leveren met de gasketel. Vanaf het omschakelpunt B zal de warmtepomp het nodige vermogen alleen kunnen leveren. De ketel werkt niet meer vanaf dit punt, tenzij het op dit punt nog altijd goedkoper is om te verwarmen met de gasketel. Het omschakelpunt A heeft dus voorrang op punt B. [3]

De werking van de economische regeling is gevisualiseerd in figuur 17. Hier zijn duidelijk de punten A en B terug te vinden. Punt B kan men hier terugvinden bij een buitentemperatuur van 2°C. Vanaf deze buitentemperatuur kan de warmtepomp het totale vermogen niet leveren en zal de gasketel bijspringen. Punt A kan men hier terugvinden bij een buitentemperatuur van -4°C. Wanneer de temperatuur verder zakt is de gasketel goedkoper dan de warmtepomp en zal er enkel met de gasketel verwarmd worden.



Figuur 17: Economische werking

### 3.2.4. Ecologische werking

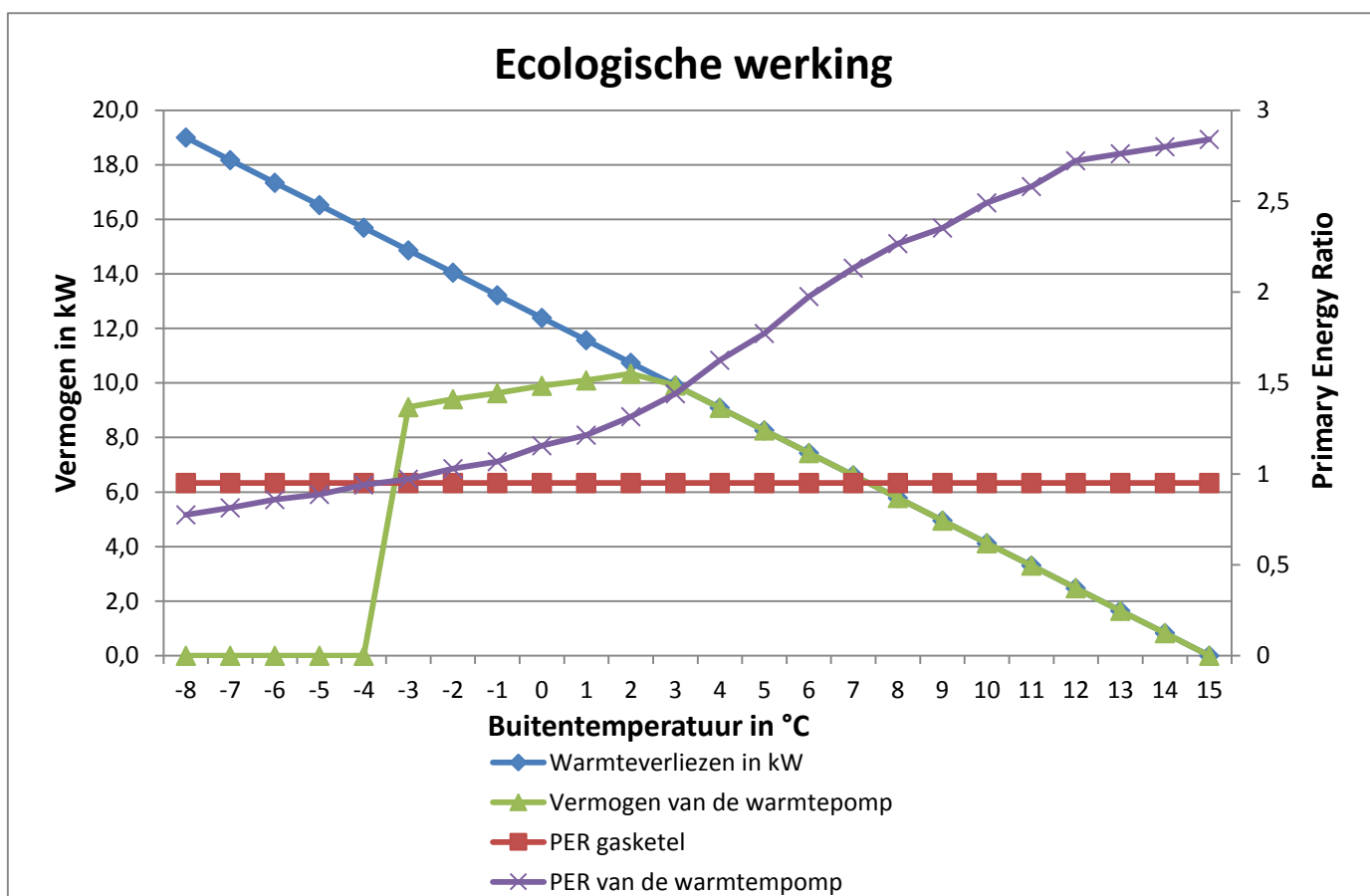
De ecologische werking zorgt ervoor dat het toestel altijd zal verwarmen met de milieuvriendelijkste warmtebron. De regeling zal dus het omschakelpunt gaan bepalen aan de hand van de Primary Energy Ratio. Dit wordt berekend aan de hand van enkele parameters.

Deze parameters zijn:

- de huidige PER
- het huidige gevraagde vermogen
- buitentemperatuur
- de primaire energiefactor stroom (instelbaar door de gebruiker)
- de primaire energiefactor brandstof (instelbaar door de gebruiker)

De regeling zal voor de warmtepomp en voor de gasketel berekenen wat de hoogste PER is. Aan de hand van deze resultaten kiest de regeling de milieuvriendelijkste warmtebron. Indien de warmtepomp de milieuvriendelijkste warmtebron is en deze het huidige gevraagde vermogen niet kan leveren zal de regeling het resterend vermogen leveren door de gasketel. Vanaf het omschakelpunt B zal de warmtepomp het nodige vermogen alleen kunnen leveren. De ketel werkt niet meer vanaf dit punt, tenzij het op dit punt nog altijd milieuvriendelijker is om te verwarmen met de gasketel. Het omschakelpunt A heeft dus voorrang op punt B. [3]

De werking van de ecologische regeling is gevisualiseerd in figuur 18. Ook hier zijn duidelijk de punten A en B terug te vinden. Punt B kan men hier terugvinden bij een buitentemperatuur van 3°C. Vanaf deze buitentemperatuur kan de warmtepomp het totale vermogen niet leveren en zal de gasketel bijspringen. Punt A kan men hier terugvinden bij een buitentemperatuur van -3°C. Wanneer de temperatuur verder zakt is de gasketel milieuvriendelijker dan de warmtepomp en zal er enkel met de gasketel verwarmd worden.



Figuur 18: Ecologische werking

### 3.2.5. De comfortfunctie

De gebruiker kan tijdens de ecologische of de economische modus ook de comfortfunctie activeren. Deze verhoogt het sanitair comfort van het toestel door wanneer nodig gebruik te maken van de gasketel. De gasketel heeft een groot voordeel ten opzicht van de warmtepomp bij de productie van sanitair warm water. De gasketel kan dankzij het grotere vermogen en hoge temperaturen veel sneller sanitair warm water voorzien dan de warmtepomp.

Wanneer er een voldoende hoeveelheid sanitair warm water wordt getapt zal dit opgemerkt worden door de sensoren onderaan in het boilervat. Indien de warmtepomp de goedkoopste of de milieuvriendelijkste warmtebron is zal deze beginnen met het boilervat terug te vullen. Wanneer de gebruiker langdurig een groot sanitair verbruik heeft is het mogelijk dat het boilervat geen warm water meer zal kunnen leveren. Dit wordt opgemerkt door een sensor aan het vertrek van de boiler. Wanneer deze onder een bepaalde temperatuur zakt zal de gasketel geactiveerd worden. Dankzij een ingenieus laadsysteem kan het opgewarmde sanitair water direct worden verbruikt. En zo is de gebruiker altijd zeker van sanitair warm water. [3]

De comfortfunctie overbrugt dus even de ecologische of economische werking van het toestel wanneer er een grote sanitair verbruik is. Dit zodat de gebruiker bijvoorbeeld niet ineens geen warm water meer heeft wanneer hij een douche aan het nemen is.

### 3.2.6. De inschakelvoorwaarden

In het voorgaande is er uitgelegd wanneer er met de gasketel, de warmtepomp of met de beide toestellen wordt verwarmd. Bij elk van deze werkingstoestanden zijn er enkel inschakelvoorwaarden waaraan voldaan moet zijn vooraleer een toestel zal werken. De extra voorwaarden zijn terug te vinden in de onderstaande tabellen [3]. (Tabel 2, 3 en 4)

Tabel 2: Inschakelvoorwaarden bij werkingstoestand: Enkel gasketel

		Warmtepomp	Gasketel
<b>Verwarming</b>		/	Alle voorwaarden moeten voldaan zijn: - Aanvoertemperatuur toestel < gewenste aanvoertemperatuur - Inschakelintegraal gasketel > inschakeldrempel *
<b>Sanitair warm water</b>	Normale werking	/	Boilertemperatuur < gewenste boilertemperatuur min hysteresis warmwatertemperatuur **
	Comfortwerking	/	Idem als normale werking

\*Inschakelintegraal zorgt ervoor dat de ketel niet start bij een kortstondig onderschrijden van de gewenste aanvoertemperatuur.

\*\*Dit wordt gedaan om het aan en uit schakelen van de laadpomp tegen te gaan.

In deze tabel zijn de inschakelvoorwaarden bij de werkingstoestand enkel gasketel weergegeven. Men kan zien dat vooraleer de gasketel zal branden voor de verwarming, de aanvoertemperatuur van het toestel lager moet zijn dan de gewenste temperatuur. Ook moet deze temperatuur lang genoeg lager zijn dan de gewenste aanvoertemperatuur. Anders is het mogelijk dat de gasketel te veel zou pingelen. Dit is niet goed voor de levensduur van het toestel en wordt door deze laatste voorwaarden vermeden.

De gasketel zal branden om sanitair warm water te voorzien wanneer de temperatuur van de boiler lager wordt dan de gewenste waarde min een aantal graden. Dit wordt gedaan zodat de gasketel en de laadpomp niet te veel aan en uit moeten springen. Wanneer er bijvoorbeeld warm water gebruikt wordt om de handen te wassen, wordt er maar een kleine hoeveelheid getapt. Om deze kleine hoeveelheid bij te vullen moet de laadpomp en de ketel niet lang werken. Omdat kortstondige werkingsperiodes niet goed zijn voor de levensduur van het toestel wordt dit door deze hysteresis te gebruiken vermeden. De inschakelvoorwaarden zijn voor deze werkingstoestand hetzelfde bij comfortwerking als bij de normale werking.



Tabel 3: Inschakelvoorwaarden bij werkingstoestand: Bivalente werking

		Warmtepomp	Gasketel
<b>Verwarming</b>		Aanvoertemperatuur toestel min inschakelhysterese < gewenste aanvoertemperatuur	Alle voorwaarden moeten voldaan zijn: - Vermogen van de warmtepomp = 100% - Aanvoertemperatuur toestel < gewenste aanvoertemperatuur - Inschakelintegraal gasketel > inschakeldrempel
<b>Sanitair warm water</b>	Normale werking	Boilertemperatuur < gewenste boilertemperatuur min hysterese warmwatertemperatuur	/
	Comfortwerking	Boilertemperatuur < gewenste boilertemperatuur min hysterese warmwatertemperatuur	Alle voorwaarden moeten voldaan zijn: - Boilertemperatuur < gewenste boilertemperatuur min hysterese warmwatertemperatuur - Uittredetemperatuur < gewenste uittredetemperatuur

\*Inschakelintegraal zorgt ervoor dat de ketel niet start bij een kortstondig onderschrijden van de gewenste aanvoertemperatuur.

\*\*Dit wordt gedaan om het aan en uit schakelen van de laadpomp tegen te gaan.

In bovenstaande tabel zijn de inschakelvoorwaarden bij werkingstoestand bivalente werking weergegeven. Hier kan men zien dat de warmtepomp zal werken voor de verwarming wanneer de aanvoertemperatuur voor de verwarming de gewenste temperatuur onderschrijdt met een bepaalde waarde. De gasketel zal pas beginnen branden wanneer de volgende voorwaarden voldaan zijn. Het vermogen van de warmtepomp moet 100% zijn, de aanvoertemperatuur moet lager zijn dan de gewenste waarden en deze voorwaarden moeten langer dan de inschakelingintegraal van de gasketel waar zijn.

Omdat in de werkingstoestand bivalente werking de warmtepomp de goedkoopste of de milieuvriendelijkste warmtebron is zal deze bij normale werking zelfstandig de boiler voorzien van warm water. Dit zal langer duren dan met de gasketel maar zal goedkoper of milieuvriendelijker zijn. Wanneer de gebruiker de comfortfunctie activeert zal de boiler nog altijd verwarmd worden door de warmtepomp. Enkel indien de boilertemperatuur de gewenste temperatuur onderschrijdt met een bepaalde waarde en de uittredetemperatuur te laag is zal de gasketel beginnen werken.

Tabel 4: Inschakelvoorwaarden bij werkingstoestand: Enkel warmtepomp

		Warmtepomp	Gasketel
<b>Verwarming</b>		Aanvoertemperatuur toestel min inschakelhysterese < gewenste aanvoertemperatuur	/
<b>Sanitair warm water</b>	Normale werking	Boilertemperatuur < gewenste boilertemperatuur min hysterese warmwatertemperatuur	/
	Comfortwerking	Boilertemperatuur < gewenste boilertemperatuur min hysterese warmwatertemperatuur	Alle voorwaarden moeten voldaan zijn: -Boilertemperatuur < gewenste boilertemperatuur min hysterese warmwatertemperatuur - Uittredetemperatuur < gewenste uittredetemperatuur

\*Inschakelintegraal zorgt ervoor dat de ketel niet start bij een kortstondig onderschrijden van de gewenste aanvoertemperatuur.

\*\*Dit wordt gedaan om het aan en uit schakelen van de laadpomp tegen te gaan.

Tabel 4 geeft de inschakelvoorwaarden bij werkingstoestand enkel warmtepomp weer. De tabel geeft weer dat de warmtepomp zal inschakelen voor de verwarming wanneer de aanvoertemperatuur de gewenste temperatuur met een bepaalde waarde onderschrijdt. Aangezien de warmtepomp voldoende vermogen heeft om de warmtevraag te dekken zal de gasketel in deze werkingstoestand niet werken.

De warmtepomp zal in de werkingstoestand enkel warmtepomp, de boiler opwarmen wanneer de temperatuur hiervan lager wordt dan de gewenste temperatuur min een bepaalde waarde. Ook hier zal de gasketel enkel in comfortwerking kunnen branden wanneer aan alle voorwaarden voldaan zijn.

## 4. Return On Investment

### 4.1. Inleiding

Een Return On Investment berekening, of kortweg een R.O.I. berekening wordt gebruikt om te bepalen wanneer een installatie zichzelf of zijn meerwaarde ten opzicht van een andere installatie heeft terugverdient. Deze berekening is een belangrijke factor bij de verkoop van een installatie. Potentiële kopers willen natuurlijk niet zomaar een duurdere installatie aanschaffen zonder te weten of het deze meerkost waard is. Deze berekening wordt gemaakt door de het verbruik van de beide installaties te bepalen en op jaarbasis te berekenen wat de besparing is. Men kan met deze gegevens gaan bepalen of de meerwaarde zich na enkele jaren terugbetaald of niet.

Op het einde van dit hoofdstuk moet één van de grootste vragen beantwoordt worden die er in het onderzoeksprobleem worden gesteld. Wanneer is de Vitocaldens de beste techniek en wanneer kan er beter voor een andere techniek gekozen worden.

### 4.2. Excel programma

#### 4.2.1. Algemeen

Een groot gedeelte van de stageperiode is besteedt aan het schrijven van een Excel programma waarin op een dynamische wijze een R.O.I. berekening wordt gemaakt voor een Vitocaldens. Met op een dynamische wijze bedoelt men dat er verschillende parameters kunnen worden aangepast. Zoals bijvoorbeeld de warmteverliezen van het gebouw, gaat het om een nieuwbouw- of een renovatiewoning et cetera. Deze parameters worden verwerkt in het programma dat gedetailleerd het jaarlijks verbruik zal bepalen van de Vitocaldens. Ook zal er een keuze kunnen gemaakt worden tussen de drie beschikbare uitvoeringen van de Vitocaldens. Deze worden dan vergeleken met die van een andere techniek, een warmtepomp, een stookolieketel of een gasketel. En op basis hiervan wordt dan een terugverdientijd bepaald. In deze terugverdientijd wordt rekening gehouden met een stijging van de energieprijzen. [4] Want energie wordt steeds duurder en duurder en dit kan een grote impact hebben op de terugverdientijd van een toestel.

In het programma wordt enkel rekening gehouden met de warmteproductie voor de verwarming. Het sanitaire verbruik van een installatie is te gebruikersafhankelijk om correct weer te geven in een R.O.I. berekening. Het programma gaat er ook vanuit dat de gebruiker voor de economische instelling kiest.

### 4.2.2. Input

Zoals eerder vermeld is heeft het programma enkele parameters nodig om een R.O.I. berekening te maken. Hier zullen de parameters besproken worden en hoe deze een effect kunnen hebben op het resultaat.

Huidige energieprijzen								
Warmteverliezen bij	Stookseizoen -8°C tot 15°C	15	kW	Percentage nachttarief	50	Gemiddelde elektriciteitsprijs	18,23	c€/kWh
	Elektriciteitsprijs nachttarief	14,75	c€/kWh		Percentage dagtarief		50	
	Elektriciteitsprijs dagtarief	21,7	c€/kWh					
Gasprijs	Aardgas	5,46	c€/kWh					
	Distributierendement	97	%					
	Opwekkierendement	98	%					
	Totaal rendement	95,06	%					

	Inclinatorie	Niveau in K	Aanvoertemperatuur in °C	
			Bij buitentemperatuur 15°C	Bij buitentemperatuur -8°C
Stooklijn A: Laagtemperatuur verwarming	0,6	-2	21,0	34,8
Stooklijn B: Gemiddelde temperatuurverwarming	1,1	-5	20,5	45,8
Stooklijn C: Hogetemperatuurverwarming max 55°C	1,5	-7	20,5	55,0

Figuur 19: Input tabblad Excel programma

Allereerst moet er het stookseizoen bepaald worden. In Vlaanderen is dit bij nieuwbouw tussen buitentemperaturen van -8°C en 12°C en voor een renovatie woning is dit bij temperaturen tussen -8°C en 15°C. Concreet wil dit zeggen dat het stookseizoen voor een renovatiewoning langer zal zijn dan bij een nieuwbouw woning. En dus zal het verbruik ook hoger zijn dan bij een nieuwbouw woning met dezelfde warmteverliezen bij -8°C. [5] Als tweede input moet men de warmteverliezen van het gebouw ingeven bij een buitentemperatuur van -8°C. Deze factor zal ook de grootste invloed hebben op het jaarlijks verbruik van het toestel en moet dus zorgvuldig gekozen worden.

Verder kan er ook een keuze gemaakt worden tussen aardgas en propaan. Indien de potentiële gebruiker geen gasaansluiting heeft kan de Vitocaldens dan omgebouwd worden om op propaan te werken.

De prijzen die in het Excel programma worden gebruikt zijn laatst geüpdatet op 4 juni 2014. [6] Een aanpassing kan gemaakt worden om de percentages van het dag en nachttarief aan te passen. De percentages gebruikt in het programma zijn gebaseerd op installaties in de praktijk. [5] De prijzen en de prijsstijgingen in de toekomst kan naar eigen goeddunken worden aangepast. De tarieven en stijgingen zijn voor dit onderzoek gebaseerd op een intern onderzoek van Viessmann. [4]

Als laatste input moet men de stooklijnen gaan definiëren voor de woning. Er zijn drie stooklijnen die men kan ingeven en er zullen dus later ook 3 R.O.I. berekeningen tevoorschijn komen in het output tabblad.

### 4.2.3. Berekeningen

Om het jaarlijks verbruik te bepalen van een hybride toestel is het belangrijk dat de omschakelpunten geweten zijn. Dus wanneer het toestel enkel met de warmtepomp, enkel met de gasketel of met beide warmtebronnen zal verwarmen. Hiervoor moet het programma de COP's en de maximum vermogens bij de verschillende werkingstemperaturen van de warmtepompen kennen. Aan de hand van de stooklijnen word dan bepaald met welk vermogen en welke COP de warmtepomp zal werken bij een bepaalde buitentemperatuur.

Wanneer de hierboven vermelde gegevens gekend zijn kan er bepaald worden in welke werkingstoestand het toestel zich bevindt. En hoeveel vermogen er moet geleverd worden door welke warmtebron. Aan de hand van KMI gegevens [7] wordt dan bepaald hoelang deze situatie zich gemiddeld per jaar zal voordoen. Hieruit kan dan bepaald worden hoeveel energie de warmtebronnen moeten produceren aan een bepaalde energieprijs. Door een sommatie te maken voor alle buitentemperaturen wordt dan het jaarlijks verbruik van het toestel bepaald voor drie stooklijnen.

Buitentemperatuur °C	Warmteverliezen in kW	Bivalente punten SL A	Bivalente punten SL B	Bivalente punten SL C	Kostprijs € WP SL A	Kostprijs € WP SL B	Kostprijs € WP SL C	Kostprijs € gas SL A	Kostprijs € gas SL B	Kostprijs € gas SL C
-15	0,0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-14	0,0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-13	0,0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-12	0,0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-11	0,0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-10	0,0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-9	0,0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-8	15,0	1	1	1	0,00	0,00	0,00	15,51	15,51	15,51
-7	14,3	1	1	1	0,00	0,00	0,00	9,14	9,14	9,14
-6	13,7	2	1	1	9,90	0,00	0,00	4,15	14,19	14,19
-5	13,0	2	1	1	15,04	0,00	0,00	5,26	21,19	21,19
-4	12,4	2	1	1	20,77	0,00	0,00	5,72	28,70	28,70
-3	11,7	2	1	1	28,90	0,00	0,00	5,56	38,33	38,33
-2	11,1	2	1	1	40,85	0,00	0,00	4,45	52,80	52,80
-1	10,4	2	2	1	59,25	68,05	0,00	1,15	2,50	73,00
0	9,8	3	3	1	73,73	85,90	0,00	0,00	0,00	93,31
1	9,1	3	3	1	80,23	93,02	0,00	0,00	0,00	105,95
2	8,5	3	3	3	84,15	95,21	109,84	0,00	0,00	0,00
3	7,8	3	3	3	82,29	93,16	107,04	0,00	0,00	0,00
4	7,2	3	3	3	83,31	92,48	102,54	0,00	0,00	0,00
5	6,5	3	3	3	81,73	90,71	100,00	0,00	0,00	0,00
6	5,9	3	3	3	77,21	83,81	91,65	0,00	0,00	0,00
7	5,2	3	3	3	70,23	74,70	81,62	0,00	0,00	0,00
8	4,6	3	3	3	61,29	65,08	69,38	0,00	0,00	0,00
9	3,9	3	3	3	52,35	54,45	57,95	0,00	0,00	0,00
10	3,3	3	3	3	42,82	43,65	45,43	0,00	0,00	0,00
11	2,6	3	3	3	33,11	33,11	34,43	0,00	0,00	0,00
12	2,0	3	3	3	24,13	24,13	24,13	0,00	0,00	0,00
13	1,3	3	3	3	15,76	15,76	15,76	0,00	0,00	0,00
14	0,7	3	3	3	7,72	7,72	7,72	0,00	0,00	0,00
15	0,0	3	3	3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
					€ 1.044,78	€ 1.020,94	€ 847,49	€ 50,94	€ 382,34	€ 452,10
		Enkel verwarmen met Gas	Enkel verwarmen met Gas	Enkel verwarmen met Gas						
		Verwarmen met WP en Gas	Verwarmen met WP en Gas	Verwarmen met WP en Gas						
		Verwarmen met WP	Verwarmen met WP	Verwarmen met WP						

Figuur 20: Berekening tabblad in Excel programma (een groot aantal kolommen zijn verborgen)

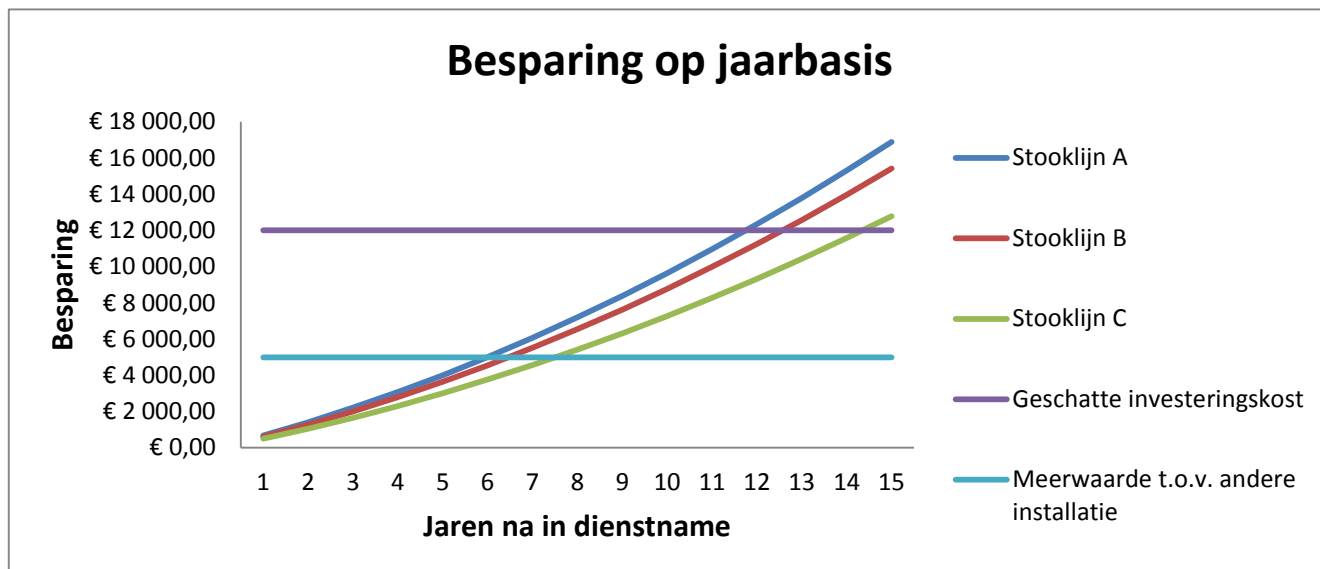
#### 4.2.4. Output

De output van het rekenprogramma is verdeeld over drie tabbladen. Eén voor een R.O.I. berekening ten opzichte van een gasketel, één t.o.v. een stookolieketel en één t.o.v. een warmtepomp. Bij deze laatste moet de gebruiker wel nog de SPF van de te vergelijken toestellen ingeven.

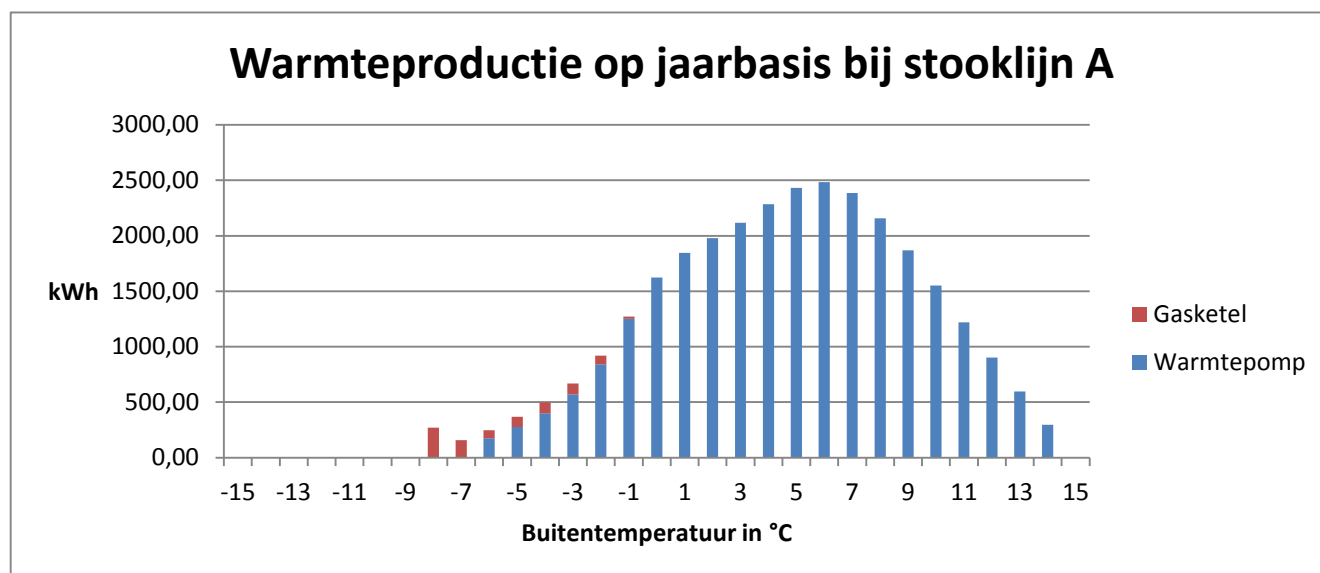
	Jaarlijkse kost	Besparing t.o.v. enkel gastoestel	Besparing in percentage		Toekomstige jaarlijkse kost	Toekomstige besparing t.o.v. enkel gastoestel	Besparing in percentage
Stooklijn A	€ 1.094,42	€ 671,97	38,0%		€ 1.481,43	€ 996,50	40%
Stooklijn B	€ 1.157,46	€ 608,92	34,5%		€ 1.570,06	€ 907,87	37%
Stooklijn C	€ 1.263,24	€ 503,14	28,5%		€ 1.725,31	€ 752,62	30%
	Jaarlijkse kost met enkel een gastoestel				Toekomstige jaarlijkse kost met enkel een gastoestel		
	€ 1.766,38				€ 2.477,93		
	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">Vitocaldens A26 5,6kW 230V</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">Vitocaldens A29 7,5kW 230V</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Vitocaldens A29 7,7kW 400V</div>				<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">Geen prijsstijging tegen 2020</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">Prijsstijging volgens verwachting tegen 2020</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Eigen verwachting prijsstijging tegen 2020</div>		
	Gekozen toestel Vitocaldens A29 7,7kW 400V				Gekozen verwachting Verwachting tegen 2020		
	Geschatte investeringskost		Meerwaarde t.o.v. andere installatie				
	€ 12.000,00		€ 5.000,00				
	Terugbetaald na # jaren met gekozen verwachting		Terugbetaald na # jaren met gekozen verwachting				
Stooklijn A	12,0		6,0				
Stooklijn B	12,9		6,5				
Stooklijn C	14,7		7,6				

Figuur 21: R.O.I. Tabblad voor gasketel

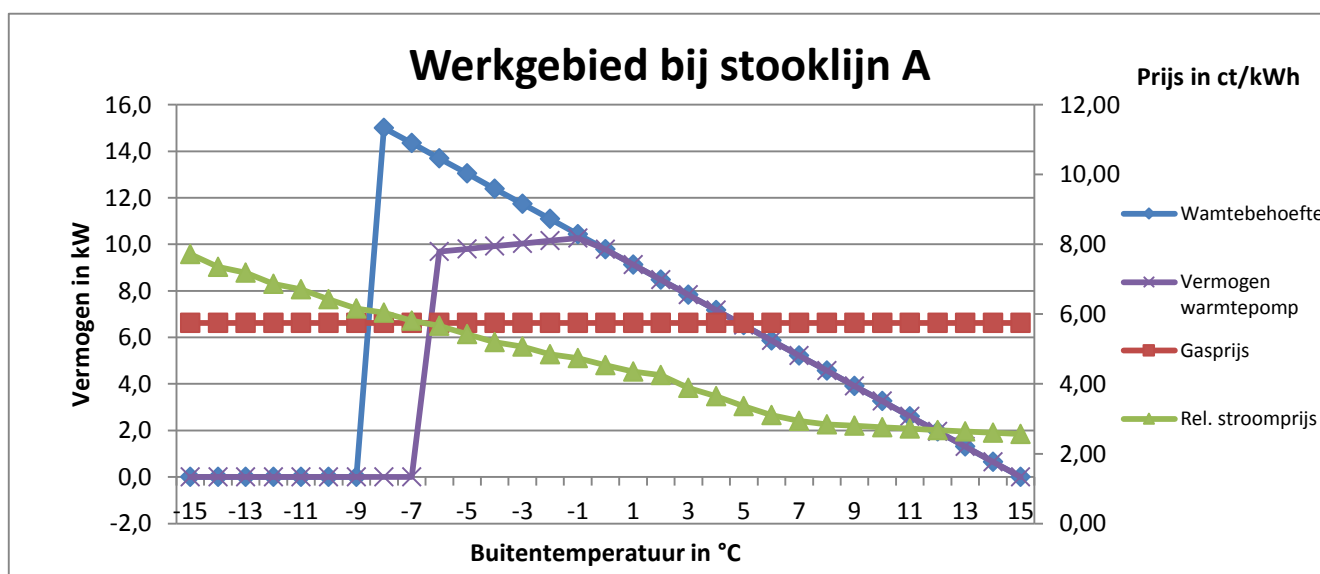
In figuur 21 is een gedeelte van het tabblad te zien voor een R.O.I. ten opzichte van een gasketel. Het tabblad geeft de keuze om een vergelijking te maken tussen één van de drie beschikbare uitvoeringen van de Vitocaldens. Hiernaast er is ook een mogelijkheid om de R.O.I. volgens 3 verschillende scenario's te berekenen. Zonder een prijsstijging in de toekomst, met de prijsstijgingen volgens een onderzoek naar de energieprijzen in 2020 [4] of met een eigen toekomstverwachting. Deze worden dan verwerkt en aan de hand van een in te geven meerwaarde en investeringskost wordt een terugverdientijd berekend voor deze bedragen. Alsook worden de figuren 22, 23 en 24 gegenereerd om de gebruiker een visuele representatie te geven van de installatie.



Figuur 22: Visuele representatie van de R.O.I.



Figuur 23: Visuele representatie van de warmteproductie



Figuur 24: Visuele representatie van de werking van de Vitocaldens

## 4.3. Situatieanalyse

### 4.3.1. Algemeen

De situatieanalyses zijn uitgevoerd door een vergelijking te maken van de kostprijzen en de mogelijkheden van de verschillende technieken. En natuurlijk wordt er ook door het Excel programma een R.O.I. berekening gemaakt. Er wordt bij elke situatie ook kort toegelicht wat de situatie is en welke twee toestellen er worden vergeleken. De toestellen zelf worden ook kort toegelicht en erna wordt geanalyseerd wat deze toestellen jaarlijks zullen verbruiken. Uiteindelijk zal er beslist worden welk toestel het best is in die situatie. De situaties zijn opgesteld door rekening te houden met de meest voorkomende situaties in zowel nieuwbouw als renovatie. [5] Ook zijn er geen situaties gekozen waar het verbruik hoger is dan wat de Vitocaldens kan leveren. Wanneer er een kostprijs voor een installatie wordt berekend wordt er enkel de installatiespecifieke items geteld. Dus er worden geen items zoals bochten, T-stukken, en veiligheidskleppen meegerekend. Deze komen toch in elke installatie voor en zullen dus maar een kleine tot geen invloed hebben. Pompgroepen en dergelijke zullen echter wel meegerekend worden aangezien deze groter in aankoopprijs zijn. Deze prijs kan wel een grote invloed hebben op de uiteindelijke terugverdientijd. In sommigen besluiten is er Smart Grid Ready terug te vinden als voordeel, hier komt men verder in het eindwerk op terug.

Algemeen gaat men in de situaties uit van een normaal gezin met ongeveer 4 personen. Dit omdat de Vitocaldens ontwikkeld is voor residentiële woningen. Als sanitair verbruik van deze gezinnen gaat men er van uit dat het gezin per dag gemiddeld 180 liter warm water nodig heeft aan 60°C, per persoon is dit dan 45 liter per dag. [8] Dit komt overeen met 75 liter aan 40°C. De vertrektemperatuur van het sanitair warm water is gemiddeld 10°C.

$$180 \text{ liter} \times 365 \text{ dagen per jaar} = 65700 \text{ liter}$$

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t$$

$$Q = 65700 \text{ kg} \cdot 4,185 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 50\text{K}$$

$$Q = 13747725 \text{ kJ}$$

$$Q = 3818,81 \text{ kWh}$$

Op jaarbasis is er dan 65700 liter water aan 60°C nodig. Dit komt overeen met 3818,18 kWh aan thermisch energie. Om een gemakkelijk te kunnen rekenen wordt er gerekend met 3800 kWh per jaar nodig voor de bereiding van sanitair warm water. Deze waarde zal niet verreken worden in de R.O.I. berekening. Er zal wel op basis hiervan een voorspelling gemaakt worden van het sanitair verbruik van het toestel.



De nieuwbouwanalyses worden geanalyseerd met een afgiftesysteem op lage temperatuur en met één verwarmingskring. Voor renovatie zijn er twee mogelijkheden. Een grondige renovatie of een kleine renovatie. Voor een grondige renovatie gaat men uit van één verwarmingskring op gemiddelde temperatuur. En bij kleine renovatie gaat men uit van twee verwarmingskringen op hoge temperatuur. Dezelfde toestellen worden zowel in een situatie vergeleken met een kleine renovatie en met een grote renovatie.

In dit hoofdstuk zullen er twee situaties geanalyseerd worden om de algemene werkwijze te begrijpen. De totale situatieanalyse met in totaal 13 situaties is achteraan terug te vinden in de bijlagen.

### 4.3.2. Situatieanalyse nieuwbouw

#### Situatieschets: Villa met 15kW warmteverlies: WP of Vitocaldens

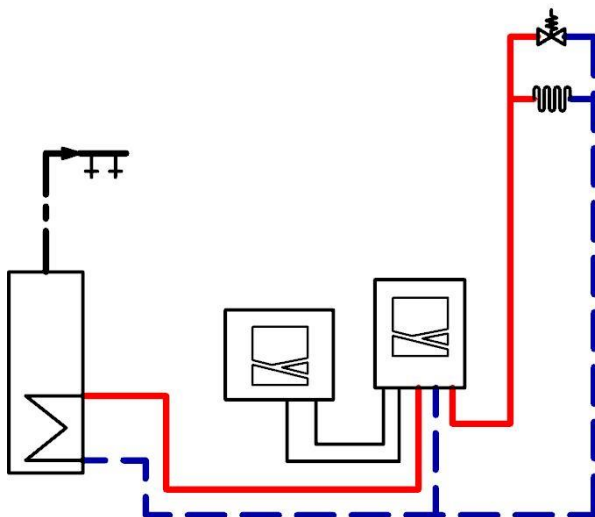
In deze situatie wordt een grote woning met een warmteverlies van 15 kW bij een buitentemperatuur van -8°C geanalyseerd. De te vergelijken toestellen zijn de Vitocaldens 222-F en een Vitocal 200-S. De Vitocal 200-S is voldoende groot gedimensioneerd om meer als 85% van de totale warmtevraag te dekken en voldoet daardoor aan de huidige EPB-eisen.

#### Te vergelijken toestellen

##### Vitocal 200-S

#### Het toestel

Het toestel is een modulerende luchtwater warmtepomp. Een elektrisch element wordt gebruikt voor tijdens de zeer zware winterdagen het extra vermogen te leveren wat de warmtepomp niet alleen aankan. De installatie wordt voorzien van een sanitaire boiler met een inhoud van 390 liter. Voor deze installatie zal de goedkoopste mogelijkheid het onderstaande schema zijn.



Figuur 25: Installatieschema voor een Vitocal 200-S

#### Kostprijs van de installatie

Component	Kostprijs
Vitocal 200-S AWB – AC C13	€ 7.589
Indienststelling split warmtepomp	€ 480
Aansluitset voor secundair circuit	€ 344
Aansluitset verwarmingscircuitaanvoer/-retour	€ 138
Vitcell 100-V CVW	€ 2.178
<b>Totale kostprijs van de installatie</b>	<b>€10.729</b>

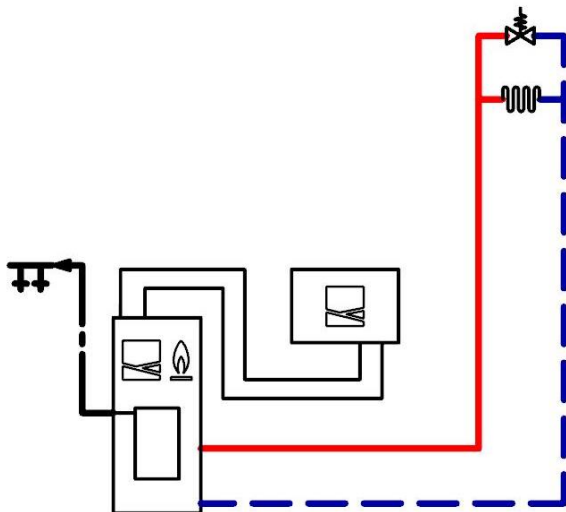
#### Jaarlijks verbruik van de installatie

Het jaarlijks verbruik van het systeem wordt bepaald door een SPF factor bepaald door Jaz Rechner. [9] Jaarlijks verbruik van de installatie voor CV met een SPF van 4,04 : € 992,27

### Vitocaldens 222-F

#### Het toestel

Het gekozen type is de Vitocaldens 222-F A29 400V. Er is voor een 400V type geopteerd omdat er in nieuwbouw altijd de mogelijkheid is om drijfkracht aan te vragen. Het toestel heeft een interne sanitair warmwaterboiler en heeft ook geen buffervat nodig voor CV omdat het toestel modulerend is. Het onderstaande installatieschema is de eenvoudigste mogelijkheid.



Figuur 26: Installatieschema voor een Vitocaldens 222-F

#### Kostprijs van de installatie

Component	Kostprijs
Vitocaldens 222-F HAWB 222.A29	€ 11.833
Indienststelling Vitocaldens	€ 480
Rookgassysteem:	€ 356
-Coaxiaal 2m 3x	3x € 76
-Concentrische dakdoorvoer	€ 84
-Toebehoren	€ 44
Aansluitset opbouwmontage naar boven	€ 226
Expansievat 18l	€ 60
<b>Totale kostprijs van de installatie</b>	<b>€ 12.955</b>

#### Jaarlijks verbruik van de installatie

Het jaarlijks verbruik van de Vitocaldens wordt bepaald door het Excel programma.

Het jaarlijks verbruik voor CV: € 844,27

### Vergelijking

#### Kostprijs:

- Vitocal 200-S	€ 10.729
- Vitocaldens 222-F	<u>€ 12.955</u>
	<b>€ 2.226</b>

De Vitocaldens installatie is € 2.166 duurder als de installatie met een Vitocal 200-S.

#### Jaarlijks verbruik:

- Vitocal 200-S	€ 992,27
- Vitocaldens 222-F	<u>€ 844,27</u>
	<b>€ 148,00</b>

#### Toekomstig jaarlijks verbruik in 2020

- Vitocal 200-S	€ 1.340,95
- Vitocaldens 222-F	<u>€ 1.143,13</u>
	<b>€ 197,82</b>

Wanneer we deze waarden analyseren zien we duidelijk dat de Vitocaldens minder verbruikt dan de Vitocal 200-S, namelijk 14,9 %. Op 15 jaar tijd heeft de gebruiker met een Vitocaldens € 3.266 minder verbruikt voor de verwarming dan bij een Vitocal 200-S. Dit betekent dat de installatie op 11,4 jaar is terugverdiend. In deze woning is er 21.996 kWh aan warmte nodig voor het huis te verwarmen. Zoals eerder al vermeld is er ongeveer 3800kWh warmte nodig voor het sanitair verbruik. Dit betekent dat 14,7% van de totale warmtebehoefte voor sanitair warm water nodig is. Ook hier zal de Vitocaldens zuiniger in verbruik zijn aangezien de Vitocaldens altijd opteert voor de goedkoopste brandstof (tenzij deze is ingesteld op ecologische modus). Daarom zal het toestel zich waarschijnlijk nog sneller terugverdienen dan 11,4 jaar.

### Besluit

In deze situatie is het duidelijk dat de Vitocaldens 222-F een groot voordeel biedt ten opzichte van de Vitocal 200-S. De installatie is weliswaar duurder maar makkelijker te installeren en neemt minder plaats in. De Vitocaldens zal ook voordeliger in verbruik zijn dan de Vitocaldens.

	Vitocal 200-S	Vitocaldens 222-F
Voordelen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Geen gasaansluiting nodig</li> <li>- Hoog sanitair comfort</li> <li>- Smart Grid Ready</li> <li>- 2.226 € goedkoper in aankoopprijs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jaarlijks verbruik is goedkoper</li> <li>- Hoog sanitair comfort</li> <li>- Plaatsbesparend</li> <li>- Smart Grid Ready</li> <li>- Op 11,5 jaar terugverdiend</li> </ul>
Nadelen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jaarlijks verbruik is duurder</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gasaansluiting nodig</li> <li>- 2.226 € duurder in aankoopprijs</li> </ul>

### 4.3.3. Situatianalyse renovatie

#### Situatieschets Woning met 15 kW warmteverliezen: Gasketel of Vitocaldens

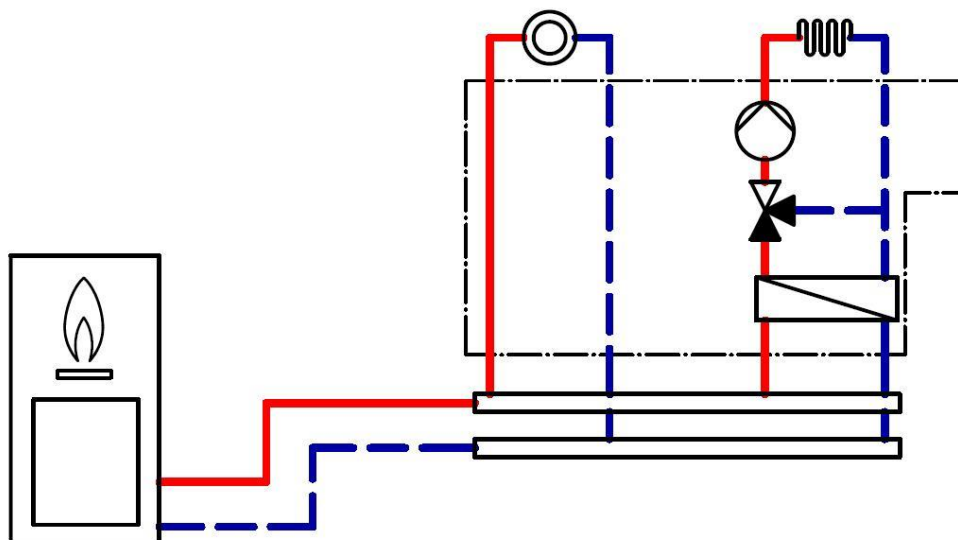
In deze situatie wordt een woning met een warmteverlies van 15 kW bij  $-8^{\circ}\text{C}$  buitentemperatuur geanalyseerd. Het afgiftesysteem van de woning bestaat uit een gedeelte vloerverwarming en een gedeelte radiatoren. Omdat deze vroeger meestal werden overgedimensioneerd kunnen we een 60/40 regime toepassen bij buitentemperatuur  $-8^{\circ}\text{C}$  en nog steeds voldoende warmteafgifte voorzien. De te vergelijken toestellen zijn de Vitocaldens 222-F en een Vitodens 222-F.

#### Te vergelijken toestellen

##### Vitodens 222-F

##### Het toestel

Het gekozen toestel is een modulerende gasketel. De unit is ook voorzien van een interne sanitair warm waterboiler. Het onderstaande schema is opgebouwd met een opbouwkit van Viessmann. Deze kit is zo geconstrueerd dat men twee kringen met maar twee pompen kan aansturen, één in de ketel en één in de opbouwkit. Deze kit is goedkoper dan bijvoorbeeld te werken met een evenwichtfles en twee aparte pompen. En niet alleen in aankoop prijs maar ook in gebruikskosten en installatiekost.



Figuur 27: Installatieschema voor een Vitodens 222-F

##### Kostprijs van de installatie:

Component	Kostprijs
Vitodens 222-F 19kW weersafhankelijk	€ 3.613
Aansluitset voor opbouwinstallatie naar boven	€ 250
Opbouwkit met mengklep voor opbouwinstallatie	€ 1614
Indienststelling aardgas	€ 158
Rookgassysteem:	€ 356
-Coaxiaal 2m 3x	3x € 76
-Concentrische dakdoorvoer	€ 84
-Toebehoren	€ 44
<b>Totale kostprijs van de installatie</b>	<b>€ 5.991</b>

### Jaarlijks verbruik van de installatie

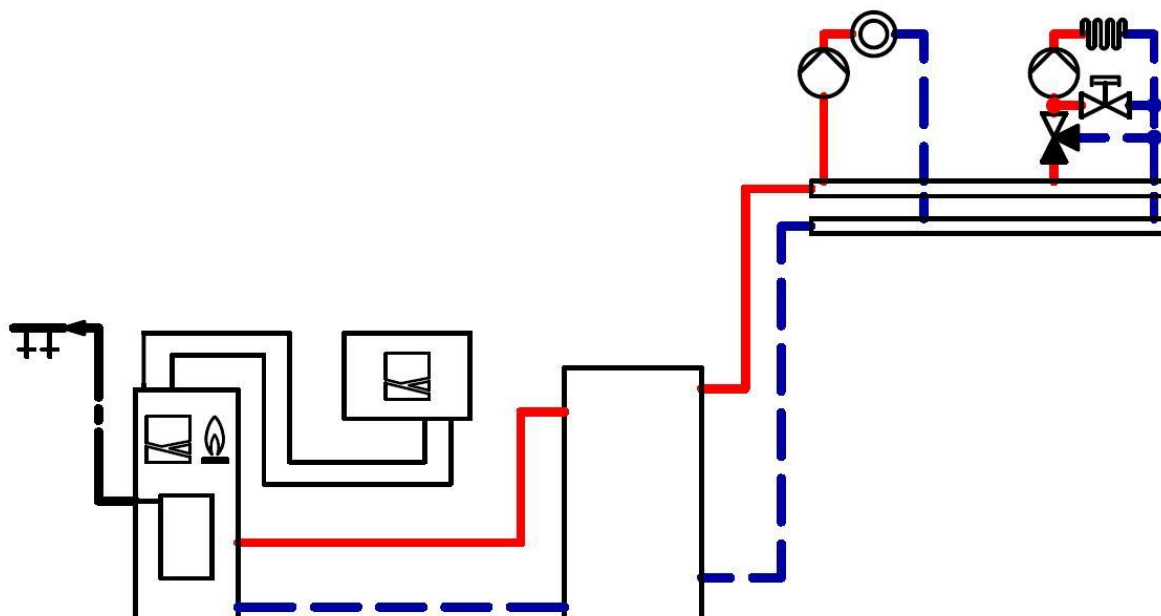
Het jaarlijks verbruik van de Vitodens wordt bepaald door het Excel programma.

Het jaarlijks verbruik voor CV: € 1.731,50

### Vitocaldens 222-F

#### Het toestel

Het gekozen type is de Vitocaldens 222-F HAWB 222.A29. Er is voor een 400V type geselecteerd. Deze heeft namelijk betere COP's en grotere vermogens dan zijn enkelfasige tegenhanger. Het is dus zeker de moeite waard om bij renovatie een aanvraag te doen voor een driefasen aansluiting. Het toestel heeft net zoals het voorgaande een interne sanitair warmwater boiler. In het onderstaande schema is ook een buffervat verwerkt. Hierdoor kan de warmtepomp wanneer het overdag warmer is energie opslaan. Dan hoeft de warmtepomp tijdens de koudere nacht minder energie op te wekken aan een lagere COP dan overdag. Het buffervat zorgt er ook voor dat de verbruikers en de ketel hydraulisch gescheiden zijn.



### Kostprijs van de installatie

Component	Kostprijs
Vitocaldens 222-F HAWB 222.A29	€ 11.833
Indienststelling Vitocaldens	€ 480
Aansluitset opbouwmontage naar boven	€ 226
Rookgassysteem:	€ 356
-Coaxiaal 2m 3x	3x € 76
-Concentrische dakdoorvoer	€ 84
-Toebehoren	€ 44
Divicon-verwarmingscircuitverdeling met mengklep	€ 1.086
Divicon-verwarmingscircuitverdeling zonder mengklep	€ 589
Verdelerbalk voor 2 Divicons	€ 215
Vitocell 100-E, type SVW	€ 773
Expansievat 18l	€ 60
Premie voor Vitocaldens in renovatie	-€ 373
<b>Totale kostprijs van de installatie</b>	<b>€ 15.245</b>

### Jaarlijks verbruik van de installatie

Het jaarlijks verbruik van de Vitocaldens wordt bepaald door het Excel programma.

Het jaarlijks verbruik voor CV: € 1.334,65

### Vergelijking

Kostprijs:

- Vitodens 222-F	€ 5.991
- Vitocaldens 222-F	<u>€ 15.245</u>
	<b>€ 9.254</b>

De Vitocaldens installatie is € 9.254 duurder als de installatie met een Vitodens 222-F

Jaarlijks verbruik:

- Vitodens 222-F	€ 1.731,50
- Vitocaldens 222-F	<u>€ 1.334,65</u>
	<b>€ 396,85</b>

Toekomstig jaarlijks verbruik in 2020

- Vitodens 222-F	€ 2.429,00
- Vitocaldens 222-F	<u>€ 1.832,74</u>
	<b>€ 596,26</b>

Bij de analyse van deze waarden kunnen we zien dat de Vitocaldens veel voordeliger is in verbruik dan de Vitodens 222-F, namelijk 22,9%. Op 15 jaar heeft de gebruiker met een Vitocaldens € 10.140 voordeliger verwarmd dan met een Vitodens 222-F. De meerwaarde van de Vitocaldens ten opzichte van de Vitodens 222-F is 9.254 €. Dit betekent dat de meerkost zich op 14,4 jaar heeft terugverdiend. En dit enkel met het huis te verwarmen. In deze woning is er 30146 kWh aan warmte nodig voor het huis te verwarmen. En zoals eerder al vermeld, is er ongeveer 3800kWh warmte nodig voor het sanitair verbruik. Dit betekent dat 11,2% van de totale warmtebehoefte voor sanitair warm water wordt gebruikt. Bij de Vitodens zal er altijd gebruik worden gemaakt van aardgas om deze warmte te produceren terwijl de Vitocaldens in de zomer zeer voordelig sanitair warm water kan voorzien. Hier is dus ook nog een grote besparing mogelijk. Dit is natuurlijk zeer gebruikers afhankelijk en zal daarom niet verder uitgewerkt worden.

### Besluit

De Vitocaldens is in deze situatie een goede keuze. De aankoopprijs is weliswaar duurder maar zal op termijn zich terugbetalen. Afhankelijk van het sanitair warm water gebruik is het mogelijk dat de Vitocaldens zich sneller terugbetaalt. Conservatief kan men zeggen dat de installatie op 14,5 jaar zeker is terugverdiend.

	Vitodens 222-F	Vitocaldens 222-F
Voordelen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 9.254 € goedkoper in aankoopprijs</li> <li>- Simpele installatie dankzij opbouwkit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jaarlijks verbruik is veel goedkoper</li> <li>- Meerkost op 14,5 jaar terugverdiend</li> <li>- Goedkope energie in de zomer</li> <li>- Smart Grid Ready</li> </ul>
Nadelen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jaarlijks verbruik is veel duurder</li> <li>- Geen goedkoper energie in de zomer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 9.254 € duurder in aankoopprijs</li> </ul>



#### 4.3.4. Conclusie

Wanneer de verschillende situaties geanalyseerd worden is het moeilijk om tot één besluit te komen. Maar algemeen kunnen er vastgesteld worden dat de Vitocaldens een goedkoper verbruik heeft dan de meeste toestellen. In de situaties waar het dit niet zo is, is meestal de andere techniek zo duur dat deze de meerwaarde nooit zal terugverdienen.

In nieuwbouwsituaties doet de Vitocaldens het goed ten opzicht van warmtebronnen met fossiele brandstoffen. In vergelijking met een stookolieketel doet deze het zelfs zeer goed. Wanneer een vergelijking gemaakt wordt met een warmtepomp zal het verschil niet zo zeer in verbruik liggen maar wel in het comfort en de moeilijkheidsgraad van de installaties. De Vitocaldens heeft algemeen een groter sanitair comfort terwijl de moeilijkheidsgraad van de installatie laag ligt in vergelijking met de andere toestellen.

In renovatie biedt de Vitocaldens ook zeker een voordeel. Door de combinatie van de 2 warmtebronnen worden de verbruiken sterk naar beneden gehaald. En door de goedkope werking in de zomer is er zelfs nog een grote mogelijkheid om te besparen bij de productie van sanitair warm water ten opzichte van fossiele brandstof ketel.

## 5. Smart Grid

### 5.1. Wat is een Smart Grid

De laatste jaren is de energieproductie en de energievraag enorm gewijzigd. Grote hoeveelheden hernieuwbare energiebronnen, windmolens en zonnepanelen, zijn de laatste jaren geïnstalleerd. En in tegenstelling tot een klassieke centrale zijn deze bronnen moeilijk te voorspellen. Ook zijn er een veel grotere hoeveelheid warmtepompen aanwezig dan enkele jaren geleden. [10] Al deze factoren zetten ons elektriciteitsnet onder grote druk. Indien er niks veranderd wordt zal er een grote kans bestaan dat het net van vandaag op sommige momenten niet genoeg stroom kan leveren en soms stroom moet weggooien. Dit laatste is vandaag al zichtbaar wanneer er overdag grote hoeveelheden straatverlichting aan staat om het net te ontlasten.

Daarom zal er in de toekomst worden overgestapt naar Smart Grids. Deze laten de netbeheerders toe om het verbruik te regelen zodat het elektriciteitsnet niet overbelast wordt. Zij kunnen bijvoorbeeld de grote verbruikers die zijn aangesloten in een huis laten stoppen wanneer er te weinig stroom is, en wanneer er teveel stroom is kunnen zij een signaal geven aan deze verbruikers dat het aangewezen is om nu te werken. Ook kunnen ze gebruik maken van flexibele energieprijzen die veranderen naarmate de vraag en het aanbod veranderen. Warmtepompen die klaar zijn om deze signalen te ontvangen en te verwerken krijgen het label "Smart Grid Ready". De Vitocaldens heeft dit label verdient dankzij de slimme Vitotronic 200 regeling.



Figuur 28: Logo Smart Grid Ready label

### 5.2. Smart Grid en de Vitocaldens

Een Smart Grid brengt alleen maar voordelen met zich mee voor de Vitocaldens. Wanneer er bijvoorbeeld te veel stroom wordt geproduceerd zal de energieprijzen dalen. De Vitocaldens zal een signaal ontvangen dat het aangeraden is om te werken. Het toestel zal gebruik kunnen maken van deze lage prijs om bijvoorbeeld het sanitair warm water te verwarmen aan een lage kostprijs. Wanneer deze situatie zich voordoet zal de regeling ook werken met andere parameters. Zo is het mogelijk om de gewenste temperatuur bij het ontvangen van dit signaal hoger in te stellen om zo nog meer energie te kunnen stockeren aan een lage prijs.

Wanneer er te weinig productie is zal de energieprijs stijgen en kan de warmtepomp zelfs uitgeschakeld worden. Een groot voordeel van de Vitocaldens ten opzicht van een andere warmtepomp is dat deze altijd de gasketel als back-up heeft. Hierdoor is het mogelijk dat in deze situaties met een gewone warmtepomp er geen warmteproductie mogelijk is terwijl de Vitocaldens altijd zal kunnen verwarmen.

In de toekomst zal een persoon met zonnepanelen ook niet meer op dezelfde manier vergoed worden als nu. Hij zal minder betaald krijgen voor de energie die hij op het net steekt. [10] In de toekomst wordt het dus nog interessanter om de eigen geproduceerde stroom zelf te verbruiken. Dit is ook mogelijk wanneer het toestel een Smart Grid Ready label heeft. Gebruikers met een Vitocaldens en zonnepanelen zijn dus in staat om zo veel mogelijk eigen geproduceerde energie zelf te verbruiken en op te slaan in de vorm van warmte.

Al deze voordelen maken dat in de toekomst verwarmen met een Vitocaldens een zeer voordelige oplossing wordt. En dit terwijl men altijd vertrouwen op de gasketel die eventueel als back-up kan dienen wanneer nodig.

## 6. Andere hybride toestellen

### 6.1. Inleiding

In dit hoofdstuk zullen hybride toestellen van andere fabrikanten geanalyseerd worden. Er zal gekeken worden naar de technische eigenschappen zoals de vermogens en de COP waardes van de toestellen. Ook zal de prijs van de toestellen worden besproken. Als laatste zal er een vergelijking gemaakt worden met het hybride toestel en de Vitocaldens.

### 6.2. Chaffoteaux

#### Product: Talia Green Hybrid 4-30FF

Het hybride toestel combineert een modulerende condenserende gasketel en een monobloc warmtepomp. Een monobloc warmtepomp is een warmtepomp waar alle koeltechnische onderdelen in de buitenunit zitten. De monobloc warmtepomp zal hydraulisch verbonden worden met de binnenunit in plaats van koeltechnisch zoals bij de Vitocaldens. De warmtepomp is een modulerend toestel dankzij DC-invertor technologie. Het toestel werkt met een monofasige aansluiting. [11]

#### Kenmerken van het toestel

Het toestel heeft net zoals de Vitocaldens twee werkingmogelijkheden. Een ecologische en een economische werking. Bij een ecologische werking zal het toestel niet meer verwarmen wanneer de COP onder een bepaalde waarde zakt. Deze waarde kan als parameter worden ingegeven in de regeling. Standaard staat deze op 2,58. Bij een economische werking zal het toestel op basis van ingevoerde energieprijzen en de COP bepalen welke warmtebron goedkoper is. Sanitair warm water wordt bij dit toestel geproduceerd door een doorstromer. Het sanitair warm water kan enkel door de gasketel geproduceerd worden.

### Technische data toestel

Tabel 5: Technische gegevens Chaffoteaux Talia Green Hybrid

Condenserende gasketel	
Regelbaar nuttig vermogen (50/30°C)	6,9 / 29,5 kW
Regelbaar nuttig vermogen (80/60°C)	6,2 / 27,4 kW
Nuttig vermogen in SWW-modus	6,5 / 30 kW
Specifiek debiet vlg. EN 13203-1 bij ΔT 25K	16,8 liter/min
Specifiek debiet vlg. EN 13203-1 bij ΔT 30K	15 liter/min
Modulerende warmtepomp	
Warmtevermogen bij 7/6°C_30/35°C	4,00 kW
COP bij 7/6°C_30/35°C	4,04
Warmtevermogen bij 2/1° C_30/35°C	3,10 kW
COP bij 2/1° C_30/35°C	3,26
Warmtevermogen bij -7/-8°C_*/35°C	2,30 kW
COP bij -7/-8°C_*/35°C	2,30
Warmtevermogen bij 7/6°C_40/45°C	3,66 kW
COP bij 7/6°C_40/45°C	3,10
Warmtevermogen bij -7/-8°C_*/45°C	2,00 kW
COP bij -7/-8°C_*/45°C	1,75

Vermogens volgens beschikbare documentatie. GEEN vermelding van norm EN 14511 [11]

### Kostprijs toestel

Talia Green Hybrid	5.099€
Bijkomend + Siphon	16,45€
+ Dichting	12,85€
+ Pomp 6M 2V	206,66€
<b>Totale kostprijs</b>	<b>5.148,96 [11]</b>

### Vergelijking met Vitocaldens

De grootste verschillen met de Vitocaldens zijn de beschikbare vermogens, de COP waarden en de kostprijs. Door het kleine vermogen van de warmtepomp van de Talia Green Hybrid zal het toestel veel tot zeer veel bivalent werken. Hierdoor wordt een grote besparingsmogelijkheid misgelopen. Want tijdens de bivalente werking is het nog steeds goedkoper of milieuvriendelijker om met de warmtepomp te werken. Ook zal het omschakelpunt bij de Vitocaldens lager liggen omwille van de hogere COP waarden waardoor er weer meer kan bespaard worden. Verder is het met de Talia Green Hybrid ook niet mogelijk om te besparen bij de productie van sanitair warm water. Dit is wel mogelijk bij de Vitocaldens. De Vitocaldens is dan wel weer duurder in aankoopprijs maar zal wel een grotere besparing opleveren dan de Talia Green Hybrid.

**Tabel 6: Productvergelijking Chaffoteaux - Viessmann**

	Vitocaldens	Talia Green Hybrid
Voordelen	Grotere vermogens warmtepomp  Sanitair warm water ook door Warmtepomp  Betere COP waarden  Smart Grid Ready	Goedkoper in aankoopprijs
Nadelen	Duurder in aankoopprijs	Sanitair warm water productie enkel door gasketel  Laag vermogen warmtepomp

### 6.3. Atlantic

#### Product

Deze fabrikant heeft twee soorten hybride toestellen ter beschikking. Een hybride van een split warmtepomp en een gasketel zoals de Vitocaldens maar ook een hybride met een split warmtepomp en een stookolieketel. De toestellen zijn vooral gericht voor de renovatiemarkt en er zijn monofasige en driefasige uitvoeringen beschikbaar. [12]

#### Kenmerken van het toestel

De Alféa Hybrid duo gas of stookolie hebben elk 5 vermogens beschikbaar. 2 modellen op monofasig netwerk en 3 op driefasig netwerk. Alle modellen op stookolie hebben een stookolieketel van 25 kW. De modellen op aardgas hebben allemaal een modulerende gasketel met een bereik van 5,5 tot 24 kW. Beide toestellen hebben een interne sanitaire boiler. Het toestel op stookolie heeft een interne boiler van 125l en die op gas 120l. Het toestel zal altijd verwarmen met de warmtepomp en wanneer deze het vermogen niet kan leveren zal de ketel bijspringen. Het sanitair warm water kan net zoals met de Vitocaldens ook bereid worden door de warmtepomp. [12]

#### Technische data toestel

Tabel 7: Technische gegevens Alféa Hybrid Duo

Alféa Hybrid duo stookolie					
Toestel type	Monofasig		Driefasig		
	Stookolie 11	Stookolie 14+	Stookolie tri 11	Stookolie tri 14	Stookolie tri 16
Vermogen A7/W35	10,3 kW	13,5 kW	10,6 kW	13,25 kW	14,89 kW
COP A7/W35	4,0	3,86	3,95	4,14	4,02
Vermogen A-7/W35	10,1 kW	11,22 kW	9,75 kW	13,0 kW	13,5 kW
COP A-7/W35	2,56	2,40	2,64	2,51	2,5
Vermogen A7/W45	9,05 kW	11,32 kW	10,1 kW	12,6 kW	13,0 kW
COP A7/W45	3,21	3,07	3,36	3,31	3,25
Vermogen A-7/W45	8,33 kW	10,41 kW	8,66 kW	12,5 kW	13,0 kW
COP A-7/W45	2,06	1,99	2,14	2,08	2,04
Alféa Hybrid duo gas					
Toestel type	Monofasig		Driefasig		
	Gas 11	Gas 14+	Gas tri 11	Gas tri 14	Gas tri 16
Vermogen A7/W35	10,89 kW	13,2	10,8	13	15,17
COP A7/W35	4,29	4,04	4,12	4,18	4,10
Vermogen A-7/W35	11,13 kW	11,86	10,8	12,2	12,98
COP A-7/W35	2,72	2,48	2,52	2,38	2,28
Vermogen A7/W45	9,37 kW	11,84	9,7	12,1	12,75
COP A7/W45	3,3	3,24	3,15	3,2	3,21
Vermogen A-7/W45	9,36 kW	10,89	8,89	10,7	12,5
COP A-7/W45	2,19	2,21	2,05	2,08	2,03

Deze gegevens zijn uit de documentatie van het toestel gehaald zonder vermelding van EN 14511 [12]

### Kostprijs van het toestel

Tabel 8: Prijzentabel Alféa Hybrid Duo

Toestel	Kostprijs
Alféa Hybrid duo stookolie 11	€ 9.804
Alféa Hybrid duo stookolie 14+	€ 10.498
Alféa Hybrid duo stookolie Tri 11	€ 9.804
Alféa Hybrid duo stookolie Tri 14	€ 10.593
Alféa Hybrid duo stookolie Tri 16	€ 11.203
Alféa Hybrid duo gas 11	€ 8.728
Alféa Hybrid duo gas 14+	€ 8.974
Alféa Hybrid duo gas Tri 11	€ 8.728
Alféa Hybrid duo gas Tri 14	€ 8.974
Alféa Hybrid duo gas Tri 16	€ 9.526

[12]

### Vergelijking met de Vitocaldens

Door de slimme regeling en de grotere COP waarden van de Vitocaldens heeft deze een groot voordeel ten opzicht van het toestel van Atlantic wanneer het aankomt op jaarlijks verbruik. Ondanks het feit dat de Alféa in grote vermogens beschikbaar is als de Vitocaldens zal dit voordeel niet genoeg zijn om een lager verbruik te realiseren. Een voordeel hiervan is dan weer dat deze wel toepasbaar wanneer er grotere vermogens nodig.

Tabel 9: Productvergelijking Atlantic - Viessmann

	Vitocaldens	Talia Green Hybrid
<b>Voordelen</b>	Veel hogere COP waarden Ecologische of economische regeling Smart Grid Ready	Goedkoper in aankoopprijs Ook beschikbaar voor stookolie Meerder uitvoeringen beschikbaar
<b>Nadelen</b>	Duurder in aankoopprijs	Geen ecologische of economische regeling

## 6.4. Daikin

### Product: Altherma Hybrid

Dit toestel combineert net zoals de Vitocaldens een condenserende gasketel met een split warmtepomp. De warmtepomp en de gasketel zijn beide modulerend. De Altherma hybrid is een monofasig toestel. [13]

### Kenmerken van het toestel

Het toestel is te verkrijgen in drie verschillende uitvoeringen. Eén uitvoering is met een warmtepomp van 5 kW en een gasketel van 32 kW. De tweede uitvoering is een warmtepomp van 8 kW en een gasketel van 32 kW. De derde uitvoering is dezelfde als de voorgaande alleen dat er bij deze koeling mogelijk is. Het toestel heeft een slimme regeling die ervoor zal zorgen dat er altijd met de goedkoopste warmtebron zal verwarmd worden op basis van de energieprijzen en de werkingscondities van de toestellen. Er is geen economische regeling beschikbaar. De productie van sanitair warm water kan ook hier voorzien worden door de beide warmtebronnen. Het toestel heeft geen interne sanitaire boiler maar heeft een doorstromer voor de productie van sanitair warm water. [13]

### Technische data toestel

Tabel 10: Technische gegevens Diakin Altherma Hybrid

	Gasketel	
Vermogen ketel bij 80/60	7,9-31,9 kW	
Rendement 80/60 (H <sub>i</sub> )	98 %	
Rendement 40/30 (H <sub>i</sub> )	107 %	
Warmtepomp		
	5 kW	8 kW
Vermogen A7/W35 ΔT=5	4,40 kW	7,40 kW
COP A7/W35 ΔT=5	5,04	4,45
Vermogen A7/W45 ΔT=5	4,03 kW	6,89 kW
COP A7/W45 ΔT=5	3,58	3,42
Vermogen A2/W35 ΔT=5	3,27 kW	4,80 kW
COP A2/W35 ΔT=5	4,02	3,52

Nergens volgens norm EN 14511 vermeld. [13]



Kostprijs van het toestel

Uitvoering 5 kW	Buitenunit:	€ 2.060
	Binnenunit:	€ 3.670
	<u>Interface:</u>	<u>€ 120</u>
	Totaal	€ 5.850
Uitvoering 8 kW	Buitenunit:	€ 3.140
	Binnenunit:	€ 3.780
	<u>Interface:</u>	<u>€ 120</u>
	Totaal	€ 7.040
Uitvoering 8 kW + koelen	Buitenunit:	€ 3.140
	Binnenunit:	€ 4.060
	<u>Interface:</u>	<u>€ 120</u>
	Totaal	€ 7.320
Boilers (optioneel):	300L	€ 1.730
	500L	€ 2.170

[13]

Vergelijking met de Vitocaldens

Wanneer men de vergelijking maakt tussen de toestellen is het grootste toestel van Daikin vergelijkbaar met deze van Viessmann. De Vitocaldens heeft echter iets hogere COP waarden. Wanneer de kostprijs vergeleken wordt zijn de toestellen van Daikin goedkoper. Tenzij de koper een sanitaire boiler wenst, in dit geval is bij vergelijkbare vermogens de Vitocaldens in dezelfde prijsklasse. Een voordeel in deze situatie is dat bij de Vitocaldens geen extra boiler geïnstalleerd moet worden die extra plaats in beslag neemt. Beide toestellen hebben een economische regeling maar Viessmann in tegenstelling tot Daikin heeft ook nog een ecologische regeling. De grotere vermogens die beschikbaar zijn bij Viessmann zorgen er voor dat bij woningen, met een groter warmteverlies dan een goedgeïsoleerde nieuwbouw, een veel grotere besparingsmogelijkheid is.

Tabel 11: Productvergelijking Daikin - Viessmann

	Vitocaldens	Altherma hybrid
<b>Voordelen</b>	Grotere vermogens beschikbaar Smart Grid Ready Betere COP waarden bij vergelijkbare vermogens	Goedkoper in aankoopprijs Kleine modellen goedkoper. Grote COP waarden bij kleine vermogens
<b>Nadelen</b>	Duurder in aankoopprijs	Geen ecologische regeling

## 6.5. Junkers

### Product: CerapurAero

Het hybride toestel bestaat uit één geheel. De modulerende condenserende gasketel en lucht water warmtepomp werken samen om zo een lager verbruik te realiseren. De buitenlucht nodig voor de warmtepomp wordt door een luchtkanaalsysteem naar het toestel gebracht en verwijderd. Ook is het een monofasig toestel. [14]

### Kenmerken van het toestel

Er zijn twee uitvoeringen beschikbaar. Beiden hebben ze dezelfde warmtepomp maar de gasketel verschilt. Eén uitvoering heeft een gasketel van 24 kW met een doorstromer en de tweede uitvoering heeft een gasketel van 14 kW, bij deze is een sanitaire boiler noodzakelijk. Een slimme regeling zal altijd voorkeur geven aan de goedkoopste energie. [14]

### Technische data toestel

Tabel 12: Technische gegevens Junkers CerapurAero

Gasketel		
	ZWBH 26-4	ZSBH 16-4
Vermogen bij 40/30	5,2 - 24 kW	3,3 – 14,2 kW
Max vermogen SWW	22,5 kW	13,3 kW
Warmtepomp		
	ZWBH 26-4 / ZSBH 16-4	
Vermogen A7/W35 EN14511	2 kW	
COP A7/W35 EN14511	3,7	

Vermogen gegevens volgens EN 14511 [14]

### Kostprijs van het toestel

ZWBH 26-4 met doorstromer: € 5.041,70

ZSBH 16-4 zonder doorstromer: € 4.941,70

Hier zal nog de prijs van een boiler bijkomen [14]

### Vergelijking met de Vitocaldens

Wanneer men de toestellen gaat vergelijken wordt het duidelijk dat de twee toestellen enorm verschillen. De beschikbare vermogens verschillen zeer fel van elkaar en dit is ook zo bij de COP waarden van het toestel. Het toestel van Junkers is een toestel dat tot een besparing zal leiden in het jaarlijks verbruik. Maar indien men de toestellen gaat vergelijken in bijvoorbeeld een renovatiewoning zal de Vitocaldens een behoorlijk grotere besparing opleveren dan de CerapurAero. Gewoonweg omwille van de lage vermogens is de mogelijke besparing ten opzichte van de Vitocaldens veel kleiner. Ook is er geen mogelijkheid om zo ecologisch mogelijk te verwarmen met de CerapurAero

**Tabel 13: Productvergelijking Junkers - Viessmann**

	<b>Vitocaldens</b>	<b>CerapurAero</b>
<b>Voordelen</b>	Veel hogere COP waarden Grotere vermogens beschikbaar Interne sanitaire boiler Smart Grid Ready Ecologische regeling	Goedkoper in aankoop prijs Eén geheel
<b>Nadelen</b>	Duurder in aankoop prijs	Luchtkanalen nodig Lage COP waarden Klein vermogen Geen ecologische regeling

## 6.6. Vaillant

### Product: geoTHERM hybride

De fabrikant biedt een hybride oplossing aan door 2 aparte toestellen te combineren. Zij bieden een niet modulerende geothermische of een niet modulerende lucht water warmtepomp aan in combinatie met een gasketel. Een voordeel hierbij is dat er een latere uitbreiding naar hybride systeem mogelijk is. Beiden toestellen zijn monofasig. Als gasketel zijn er verschillende opties mogelijk, de fabrikant wijst echter de ecoTEC plus aan als de beste optie dus deze zal hier dus ook gebruikt worden. [15]

### Kenmerken van het toestel

Bij de combinatie van een lucht water warmtepomp en een gasketel zullen er drie toestellen worden opgesteld in de stookruimte, deze mogen in aparte lokalen worden opgesteld maar is niet aangeraden. De gasketel, de warmtepomp en de binnenluchteenheid zijn de drie te plaatsen toestellen. Deze laatste zal via luchtkanalen energie halen uit de buitenlucht. Bij de combinatie van de geothermische warmtepomp en een gasketel zullen er 2 toestellen worden opgesteld. De gasketel en de warmtepomp, waarbij dan nog een grondboring moet geplaatst worden. Het sanitair warm water zal altijd bereid worden door de gasketel. In deze vergelijking zal dit gebeuren door een doorstromer. De mogelijkheid bestaat om een sanitaire boiler te installeren. De regelaar calorMATIC 470 bepaalt welke de goedkoopste brandstof is aan de hand van de energieprijzen, de aanvoertemperatuur en de buitentemperatuur. [15]

## Technische data toestel

Tabel 14: Technische gegevens Vaillant GeoTherm Hybrid

Gasketel		
	ecoTEC plus VCW 296	
Vermogen bij 80/60°C	5,2 – 25,0 kW	
Vermogen bij 50/30°C	5,7 – 26,5 kW	
Nominaal vermogen sanitair	30 kW	
Warm water debiet ΔT 25	17,2 l/min	
Warm water debiet ΔT 45	9,5 l/min	
Lucht water warmtepomp		
	geoTHERM VWL 35/4 S	
Vermogen A7/W35	2,8 kW	
COP A7/W35	4,0	
Vermogen A2/W35	2,5 kW	
COP A2/W35	3,5	
Vermogen A7/W55	2,5 kW	
COP A7/W55	2,7	
Geothermische warmtepomp		
	geoTHERM VWS 36/4 bodem-water	geoTHERM VWS 36/4 water-water
Vermogen B0/W35	2,7 kW	/
COP B0/W35	4,3	/
Vermogen B0/W55	2,3 kW	/
COP B0/W55	2,8	/
Vermogen W10/W35	/	3,5 kW
COP W10/W35	/	5,5
Vermogen W10/W55	/	3,1 kW
COP W10/W55	/	3,4

Vermogen gegevens volgens EN 14511 [15]

## Kostprijs van het toestel

Lucht water warmtepomp	geoTHERM VWL S 35/4	€ 2.575
	geoTHERM VWL 3/4 SI	€ 1.530
	calorMATIC 470	€ 210
	ecoTEC plus VCW 296	€ 1.699
	Totale kostprijs	€ 6.014
Geothermische warmtepomp	geoTHERM VWS 36/4	€ 3.020
	calorMATIC 470	€ 210
	ecoTEC plus VCW 296	€ 1.699
	Totale kostprijs	€ 4.929

Hier is nog geen boring bijgeteld! [15]

### Vergelijking met de Vitocaldens

Bij het vergelijken van de toestellen is het grootste verschil dat de hybride oplossing van Vaillant bestaat uit een samenwerking van meerdere toestellen in plaats van één toestel. Dit heeft zijn voor- en nadelen. Het nadeel is dat de installatie meer ruimte in beslag zal nemen en ingewikkelder is dan een installatie met een Vitocaldens. Het voordeel is dan weer dat het mogelijk is om de installatie in meerdere etappes te plaatsen. Op deze manier is het mogelijk om de kosten te spreiden over een grotere periode. Verder kan men ook opmerken dat het toestel lagere COP waarden en lager vermogens heeft dan de Vitocaldens. Hierdoor zal de mogelijke besparing van de installatie kleiner zijn dan een installatie met een Vitocaldens. Een ander voordeel is dat de aankoopprijs voor een Vaillant toestel is goedkoper is die voor een Vitocaldens.

Tabel 15: Productvergelijking Vaillant - Viessmann

	Vitocaldens	geoTHERM hybrid
<b>Voordelen</b>	Betere COP's Sanitair ook door warmtepomp Grotere vermogens van warmtepomp beschikbaar Warmtepomp en gasketel één geheel Makkelijkere en snellere installatie Smart Grid Ready	Goedkoper in aankoopprijs Koeling mogelijk Mogelijkheid tot uitbreiding van 1 systeem naar hybride systeem
<b>Nadelen</b>	Duurder in aankoopprijs	Slechtere COP waarden Sanitair warm water enkel via gasketel Systeem neemt veel plaats in

## 6.7. Bulex

### Product: Genia HYBRID

Het toestel is een modulerende monobloc warmtepomp die gecombineerd wordt met een condenserende gasketel. De installatie bestaat dus uit twee aparte delen. Een aparte regeling, de Examaster, zorgt voor de samenwerking van de toestellen. Deze zal aan de hand van de warmtebehoefte en de energieprijzen beslissen welke energiebron gebruikt wordt. De warmtepomp is monofasig toestel [16]

### Kenmerken van het toestel

De regeling maakt het mogelijk om verschillende combinaties te maken en er is ook geen combinatie voorgesteld. Daarom zal dus enkel de warmtepomp besproken worden.

De warmtepomp is verkrijgbaar in twee vermogens die elk verkrijgbaar zijn met of zonder elektrisch element. De mogelijkheid om sanitair warm water te maken zal sterk afhangen van de gekozen combinatie. [16]

### Technische data toestel

Tabel 16: Technische gegevens Bulex Genia Hybrid

	Genia Air 8/1	Genia Air 11
Vermogen A7/W35	7,6 kW	10,6 kW
COP A7/W35	4,5	4,3
Vermogen A7/W35	5,6 kW	8,4 kW
COP A2/W35	3,4	3,1

Vermogen gegevens volgens EN 14511 [16]

### Kostprijs van het toestel

Er zijn geen prijzen beschikbaar voor deze combinatie.

### Vergelijking met de Vitocaldens

Aangezien er enkel een warmtepomp wordt voorgesteld en geen gastoestel is de vergelijking beperkt tot de warmtepomp en de regeling. Bij een vergelijking van de technische gegevens kan men zien dat de Vitocaldens hogere COP waarden haalt dan de Genia Air. De besparingsmogelijkheid zal dus groter zijn met een Vitocaldens. Beide toestellen hebben een economische regeling maar enkel de Vitocaldens heeft een ecologische regeling.

Tabel 17: Productvergelijking Bulex - Viessmann

	Vitocaldens	geoTHERM hybrid
<b>Voordelen</b>	Beter COP waardes	Economische regeling
	Eén geheel	Koeling mogelijk
	Ecologisch of economische regeling	Geen koeltechnische verbindingen
	Smart Grid Ready	
<b>Nadelen</b>	Koeltechnische verbindingen nodig	Verschillende toestellen nodig
		Geen ecologische regeling

## 6.8. Renson

### Product: E<sup>+</sup>NDURA

Het toestel is een combinatie van een ventilatietoestel en een warmtepomp met een mogelijkheid om een gas of stookolieketel bij aan te sluiten. De regeling bepaalt de goedkoopste warmtebron aan de hand van de energieprijzen. Het ventilatie systeem van het E<sup>+</sup> toestel is systeem C<sup>+</sup>. Dat wil zeggen dat er op natuurlijke wijze lucht wordt toegevoerd en op mechanische wijze wordt afgevoerd wanneer het toestel merkt wanneer dat de luchtkwaliteit niet voldoende is. De warmtepomp trekt via een luchtkanaal lucht aan die alvorens de warmtepomp te betreden wordt gemengd met de afgevoerde binnenlucht. Wanneer de warmtepomp de energie uit de lucht heeft gehaald wordt deze via een luchtkanaal naar buiten getransporteerd. Het product is vooral gericht op nieuwbouw. [17]

### Kenmerken van het toestel

Het toestel heeft een interne sanitaire boiler van 300 liter. Bij een combinatie met een gas of stookolieketel is er geen nood aan een elektrische weerstand. Als bijkomende ketel raadt de fabrikant aan om een solo verwarmingsketel te gebruiken. [17]

### Technische data toestel

Het toestel is nieuw toestel en daarom zijn er nog niet veel gegevens beschikbaar.

Tabel 18: Technische gegevens Renson E<sup>+</sup>NDURA

	E <sup>+</sup> NDURA
Vermogen A2/W35	2,67 kW
COP A2/W35	3,94

Vermogen gegevens volgens EN 14511-2 [17]

### Kostprijs van het toestel

Nog geen prijzen beschikbaar.



### Vergelijking met de Vitocaldens

Wanneer de toestellen met elkaar vergeleken worden wordt het duidelijk dat het hier om twee zeer verschillende toestellen gaat. De Vitocaldens is een verwarmingstoestel met een uitbreidingsmogelijk voor een ventilatietoestel te plaatsen. Terwijl het E<sup>+</sup>NDURA systeem een ventilatiesysteem is met een uitbreidingsmogelijkheid voor een verwarmingstoestel te koppelen aan het systeem. Dit en het feit dat er nog te weinig gegevens beschikbaar zijn maken het zeer moeilijk om een degelijke vergelijking te maken van de twee toestellen. Voorlopig kan men vaststellen dat de Vitocaldens enkele voordelen heeft ten opzichte van het E<sup>+</sup>NDURA systeem. De Vitocaldens is in grotere vermogens beschikbaar en heeft hogere COP waarden. Het sanitair comfort is ook groter dan het systeem van Renson. Het E<sup>+</sup>NDURA systeem heeft als voordeel het ingebouwde C<sup>+</sup> ventilatiesysteem.

**Tabel 19: Productvergelijking Renson - Viessmann**

	Vitocaldens	E <sup>+</sup> NDURA
Voordelen	Grotere vermogens beschikbaar Hogere COP waarden Groter sanitair comfort Smart Grid Ready Eén geheel (mogelijkheid voor Vitovent 100-F)	Ventilatie is ingebouwd
Nadelen		Laag sanitair comfort

## 7. Conclusies

In het begin van dit onderzoek werden er een aantal vragen gesteld bij de introductie van dit nieuwe product. Wat zijn de mogelijkheden van het toestel? Hoeveel kan men met het toestel besparen? Wanneer kiest men best voor dit systeem en wanneer niet? Wat zijn de mogelijkheden in combinatie met een Smart Grid? Zijn er andere hybride producten op de markt?

Na het onderzoek kan men concluderen dat de Vitocaldens een zeer efficiënt systeem is dat optimaal gebruik maakt van de beschikbare warmtebronnen om de warmtevraag van een woning te voorzien. Door middel van een slimme regeling die altijd de goedkoopste of de milieuvriendelijkste warmtebron zal bepalen en dit zonder comfortverlies indien de gebruiker dit wenst.

Dankzij de R.O.I. berekening is het nu duidelijk welke voordelen de Vitocaldens biedt ten opzichte van andere technieken. Zoals een hoger sanitair comfort met een lager verbruik of een goedkopere installatie met hetzelfde comfort maar minder verbruik. Ook in de toekomst heeft het toestel goede vooruitzichten. In combinatie met een Smart Grid is de gebruiker altijd zeker van een optimale werking zonder dat hij daarvoor iets moet doen.

De Vitocaldens is zeker niet de enige in zijn soort. Er zijn verschillende andere bedrijven die een gelijkaardig product aanbieden. In het algemeen zet de trend van Viessmann producten zich voort. Een efficiënter toestel maar kwaliteit heeft zijn prijs.

Algemeen kan besloten worden dat de Vitocaldens 222-F een sterk stukje techniek is met heel veel mogelijkheden om de gebruiker te verzekeren van een efficiënte werking samen met een groot comfort en een grote betrouwbaarheid.

## Bibliografie

- [1] Viessmann, 2014.
- [2] Vakreeks Condensatie, „www.viessmann.be,” Viessmann. [Online].
- [3] Viessmann, „Vitotronic hybrideregeling,” 2014.
- [4] Intern Onderzoek, „www.viessmann.be,” Viessmann, 2012. [Online].
- [5] J. Smits, Interviewee, *Verkoopsingenieur*. [Interview]. April 2014.
- [6] J.-F. Louckx, *Energieprijzen 3/06/2014*, 2014.
- [7] M. V. e. L. D. Andy Delcloo, Auteur, *De totale maandelijks en jaarlijks duur dat temperaturen grenswaarden overschrijden in België (periode 1988-2009)*. [Performance]. Koninklijk Meteorologisch Instituut van België, 2010.
- [8] Leefmilieu Brussel - BIM, „Documentatie leefmilieubrussel,” [Online]. Available: [http://documentatie.leefmilieubrussel.be/documents/IF\\_Energie\\_ECS01\\_part\\_NL.PDF](http://documentatie.leefmilieubrussel.be/documents/IF_Energie_ECS01_part_NL.PDF). [Geopend mei 2014].
- [9] Bundesverband Wärmepumpen e.V., „www.waermepumpen.de,” BWP, [Online]. Available: <http://www.waermepumpe.de/nc/waermepumpe/effizienz/jaz-rechner.html>. [Geopend juni 2014].
- [10] P. D. R. Belmans, *Elektriciteit in België: hoe blijft het licht aan zonder energiepoltiek?*, Energy Ville, 2013.
- [11] „Chaffoteaux,” [Online]. Available: <http://www.chaffoteaux.be/talia-green-hybrid.html>. [Geopend juni 2014].
- [12] „Atlantic,” [Online]. Available: <http://nl.atlantic-belgium.be/onze-producten/gamma-hernieuwbare-energieen/gamma-alfea-warmtepompen/alfea-hybrid-duo-gas>. [Geopend juni 2014].
- [13] „Daikin,” [Online]. Available: <http://www.daikin.be/nl/minisite/daikin-altherma-hybride/>. [Geopend juni 2014].
- [14] „Junkers,” [Online]. Available: <http://www.junkers.be/ProductTypeDetail.aspx?GroupID=1&TypeID=67>. [Geopend juni 2014].
- [15] „Vaillant,” [Online]. Available: <http://www.vaillant.be/producten/warmtepompen/hybride-warmtepomp-systeem/>. [Geopend juni 2014].
- [16] „Bulex,” [Online]. Available: <http://www.bulex.be/hernieuwbare-energien/warmtepomp/genia-hybrid-2/>. [Geopend juni 2014].
- [17] „Renson,” [Online]. Available: <http://www.renson.be/nl/downloads-systeem-e+.html>. [Geopend juni 2014].

## Figuren en Tabellen

### Figurenlijst

Figuur 1: Viessmann gebouwen Allendorf .....	1
Figuur 2: Viessmann kantoren en verdeelcentrum Welkenraedt - België (Stageplaats).....	1
Figuur 3: Algemene werking condenserende gasketel .....	4
Figuur 4: Reactievergelijking van de verbranding van aardgas.....	5
Figuur 5: Rendementen van een condenserende gasketel.....	5
Figuur 6: Inox-Radial-verwarmingsoppervlak .....	6
Figuur 7: Gelaagde warmteoverdracht van het Inox-Radial-verwarmingsvlak.....	6
Figuur 8: MatrX-Zylinderbrander .....	6
Figuur 9: Koelcyclus.....	7
Figuur 10: Scrollcompressor gebruikt in de Viessmann warmtepomp.....	8
Figuur 11: Vitocaldens 222-F.....	9
Figuur 12: Open buitenunit Vitocaldens .....	9
Figuur 13: Open binnenunit Vitocaldens .....	9
Figuur 14: Intern hydraulisch schema Vitocaldens .....	10
Figuur 15: Verschillende werkingschema's van de Vitocaldens: Enkel warmtepomp, Bivalente werking, Enkel gasketel.....	11
Figuur 16: Grafiek die de werkingstoestanden weergeeft in functie van de buitentemperatuur...	12
Figuur 17: Economische werking .....	13
Figuur 18: Ecologische werking.....	14
Figuur 19: Input tabblad Excel programma.....	20
Figuur 20: Berekening tabblad in Excel programma (een groot aantal kolommen zijn verborgen)	21
Figuur 21: R.O.I. Tabblad voor gasketel .....	22
Figuur 22: Visuele representatie van de R.O.I.....	23
Figuur 23: Visuele representatie van de warmteproductie .....	23
Figuur 24: Visuele representatie van de werking van de Vitocaldens .....	23
Figuur 25: Installatieschema voor een Vitocal 200-S.....	26
Figuur 26: Installatieschema voor een Vitocaldens 222-F .....	27
Figuur 27: Installatieschema voor een Vitodens 222-F.....	29
Figuur 28: Logo Smart Grid Ready label.....	34

### Tabellenlijst

Tabel 1: Eigenschappen Vitocaldens: vermogen gegevens volgens EN14511.....	2
Tabel 2: Inschakelvoorwaarden bij werkingstoestand: Enkel gasketel.....	16
Tabel 3: Inschakelvoorwaarden bij werkingstoestand: Bivalente werking.....	17
Tabel 4: Inschakelvoorwaarden bij werkingstoestand: Enkel warmtepomp.....	18
Tabel 5: Technische gegevens Chaffoteaux Talia Green Hybrid .....	36
Tabel 6: Productvergelijking Chaffoteaux - Viessmann .....	37
Tabel 7: Technische gegevens Alféa Hybrid Duo .....	38
Tabel 8: Prijzentabel Alféa Hybrid Duo .....	39
Tabel 9: Productvergelijking Atlantic - Viessmann.....	39
Tabel 10: Technische gegevens Daikin Altherma Hybrid .....	40
Tabel 11: Productvergelijking Daikin - Viessmann .....	41
Tabel 12: Technische gegevens Junkers CerapurAero .....	42
Tabel 13: Productvergelijking Junkers - Viessmann .....	43
Tabel 14: Technische gegevens Vaillant GeoTherm Hybrid .....	45
Tabel 15: Productvergelijking Vaillant - Viessmann .....	46
Tabel 16: Technische gegevens Bulex Genia Hybrid .....	47
Tabel 17: Productvergelijking Bulex - Viessmann .....	47
Tabel 18: Technische gegevens Renson E*NDURA.....	48
Tabel 19: Productvergelijking Renson - Viessmann .....	49

## Bijlagen

# Analyse van verscheidende situaties

---

## 1. Inleiding

De situatieanalyses zijn uitgevoerd door een vergelijking te maken van de kostprijzen en de mogelijkheden van de verschillende technieken. Een R.O.I. berekening zal ook gemaakt worden voor elke situatie. Er wordt bij elke situatie ook kort toegelicht wat de situatie is en welke twee toestellen er worden vergeleken. De toestellen zelf worden ook kort toegelicht en erna wordt geanalyseerd wat deze toestellen jaarlijks zullen verbruiken. Uiteindelijk zal er beslist worden welk toestel het best is in die situatie. De situaties zijn opgesteld door rekening te houden met de meest voorkomende situaties in zowel nieuwbouw als renovatie. Ook zijn er geen situaties gekozen waar het verbruik hoger is dan wat de Vitocaldens kan leveren.

Wanneer er een kostprijs voor een installatie wordt berekend wordt er enkel de installatiespecifieke items geteld. Dus er worden geen items zoals bochten, T-stukken, en veiligheidskleppen meegerekend. Deze komen toch in elke installatie voor en zullen dus maar een kleine tot geen invloed hebben. Pompgroepen en dergelijke zullen echter wel meegerekend worden aangezien deze groter in aankoopprijs zijn. Deze prijs kan wel een grote invloed hebben op de uiteindelijke terugverdientijd.

Algemeen gaat men in de situaties uit van een normaal gezin met ongeveer 4 personen. Dit omdat de Vitocaldens ontwikkeld is voor residentiële woningen. Als sanitair verbruik van deze gezinnen gaat men er van uit dat het gezin per dag gemiddeld 180 liter warm water nodig heeft aan 60°C, per persoon is dit dan 45 liter per dag. Dit komt overeen met 75 liter aan 40°C. De vertrektemperatuur van het sanitair warm water is gemiddeld 10°C.

$$180 \text{ liter} \times 365 \text{ dagen per jaar} = 65700 \text{ liter}$$

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t$$

$$Q = 65700 \text{ kg} \cdot 4,185 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 50\text{K}$$

$$Q = 13747725 \text{ kJ}$$

$$Q = 3818,81 \text{ kWh}$$

Op jaarbasis is er dan 65700 liter water aan 60°C nodig. Dit komt overeen met 3818,18 kWh aan thermisch energie. Om een gemakkelijk te kunnen rekenen wordt er gerekend met 3800 kWh per jaar nodig voor de bereiding van sanitair warm water. Deze waarde zal niet verreken worden in de R.O.I. berekening. Er zal wel op basis hiervan een voorspelling gemaakt worden van het sanitair verbruik van het toestel.

De nieuwbouwanalyses worden geanalyseerd met een afgiftesysteem op lage temperatuur en met één verwarmingskring. Voor renovatie zijn er twee mogelijkheden. Een grondige renovatie of een kleine renovatie. Voor een grondige renovatie gaat men uit van één verwarmingskring op gemiddelde temperatuur. En bij kleine renovatie gaat men uit van twee verwarmingskringen op hoge temperatuur. Dezelfde toestellen worden zowel in een situatie vergeleken met een kleine renovatie en met een grote renovatie.

## 2. Nieuwbouw

### 2.1.Situatie 1 – Woning met 10 kW warmteverliezen: WP of Vitocaldens

#### 2.1.1. Situatieschets

In deze situatie wordt een woning met een warmteverlies van 10 kW bij -8°C buitentemperatuur geanalyseerd. De te vergelijken toestellen zijn de Vitocaldens 222-F en een Vitocal 222-S. De Vitocal 222-S is voldoende groot gedimensioneerd om meer als 85% van de totale warmtevraag te dekken en voldoet daardoor aan de huidige EPB-eisen.

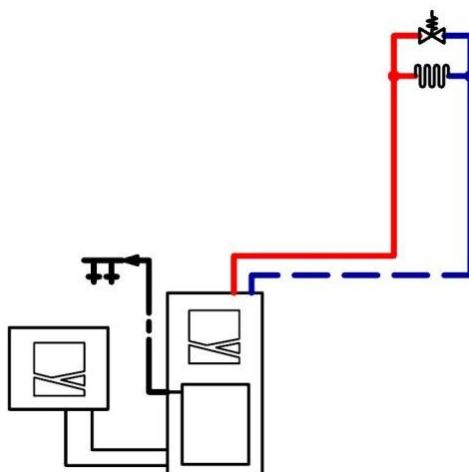
#### 2.1.2. Te vergelijken toestellen

##### 2.1.2.1. Vitocal 222-S

###### Het toestel

Het toestel is een modulerende luchtwater warmtepomp, het is ook een splituitvoering. Deze is trouwens ook te vergelijken met de interne warmtepomp van de Vitocaldens. Een elektrisch element wordt gebruikt voor tijdens de zeer zware winterdagen het extra vermogen te leveren wat de warmtepomp niet alleen aankan. Deze warmtepomp heeft een interne sanitaire boiler van 170l.

Voor deze installatie zal de goedkoopste mogelijkheid het onderstaande schema zijn. Bij deze installatie is ook een minimum aan extra componenten nodig.



Kostprijs van de installatie:

Component	Kostprijs
Vitocal 222-S AWT-AC 221.B10 400V	€ 8.514
Indienststelling split warmtepomp	€ 480
Aansluitset voor secundair circuit	€ 344
Aansluitset verwarmingscircuitaanvoer/-retour	€ 138

Totale kostprijs van de installatie: € 9.476

#### Jaarlijks verbruik van de installatie

In de Vitocaldens 222-F HAWB 222.A29 wordt hetzelfde type warmtepomp gebruikt als in de Vitocal 222-S AWT-AC 221.B10 400V. Het jaarlijks verbruik kan dus net zoals de Vitocaldens zeer nauwkeurig worden vastgesteld door enkele waarden in het programma aan te passen.

Jaarlijks verbruik voor CV: € 562,12

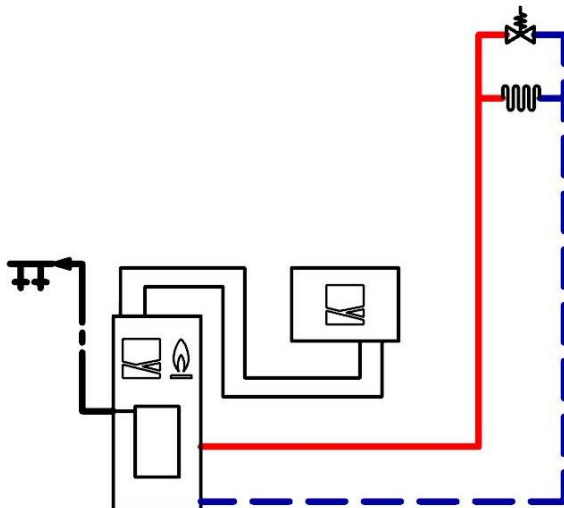
2% hiervan is de kost van het elektrisch element wat enkel bij de extreme buitentemperaturen nodig is om het gevraagde vermogen te kunnen leveren.

### 2.1.2.2. Vitocaldens 222-F

#### Het toestel

Het gekozen type is de Vitocaldens 222-F HAWB 222.A29. Er is voor een 400V type geselecteerd omdat er in nieuwbouw altijd de mogelijkheid is om drijfkracht aan te vragen.

Het toestel heeft net zoals het voorgaande een interne sanitair warmwater boiler. Ook wordt er hier weer gekozen voor een relatief eenvoudige installatie.



#### Kostprijs van de installatie

Component	Kostprijs
<b>Vitocaldens 222-F HAWB 222.A29</b>	€ 11.833
<b>Indienststelling Vitocaldens</b>	€ 480
<b>Rookgassysteem:</b>	<u>€ 356</u>
-Coaxiaal 2m 3x	3x € 76
-Concentrische dakdoorvoer	€ 84
-Toebehoren	€ 44
<b>Expansievat 18l</b>	€ 60
<b>Aansluitset opbouwmontage naar boven</b>	€ 226

Totale kostprijs van de installatie: € 12.955

#### Jaarlijks verbruik van de installatie

Het jaarlijks verbruik van de Vitocaldens wordt bepaald door het Excel programma.

Het jaarlijks verbruik voor CV: € 561,95



### 2.1.3. Vergelijking

Kostprijs:

- Vitocal 222-S	€ 9.476
- Vitocaldens 222-F	<u>€ 12.955</u>
	<b>€ 3.479</b>

De Vitocaldens installatie is € 3.479 duurder als de installatie met een Vitocal 222-S

Jaarlijks verbruik:

- Vitocal 222-S	€ 564,55
- Vitocaldens 222-F	<u>€ 561.95</u>
	<b>€ 2,60</b>

Toekomstig jaarlijks verbruik in 2020

- Vitocal 222-S	€ 762,08
- Vitocaldens 222-F	<u>€ 760,20</u>
	<b>€ 1,88</b>

Wanneer deze waarden geanalyseerd worden kunnen we zien dat er weinig verschil is in verbruik van de installaties. Men moet hierbij wel nog het sanitair verbruik in rekening brengen. In deze woning is er 14.664 kWh aan warmte nodig voor het huis te verwarmen. Zoals eerder al vermeld is er ongeveer 3800kWh warmte nodig voor het sanitair verbruik. Dit betekent dat 20.6% van de totale warmtebehoefte voor sanitair is. Aangezien de Vitocaldens altijd opteert voor de goedkoopste brandstof (tenzij deze is ingesteld op ecologische modus) zal er hier wel een groter verschil zijn in het jaarlijks verbruik. Hierdoor is het eventueel wel mogelijk dat de installatie zich op den duur wel heeft terugbetaal. Al is dit niet te bewijzen omdat dit sterk afhangt van de gebruiker.

### 2.1.4. Besluit

In deze situatie kan men besluiten dat de Vitocaldens een meerwaarde biedt maar deze afhankelijk van de situatie zich wel of niet zal terugbetalen.

Uiteindelijk zal de eindgebruiker moeten beslissen of hij voor deze meerwaarde extra wilt betalen. Indien de gebruiker een groot gezin heeft is het wel aangewezen om voor een Vitocaldens te opteren. Omwille van het groot sanitair comfort en door het lagere verbruik voor de productie van sanitair warm water.

	Vitocal 222-S	Vitocaldens 222-F
Voordelen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 3.419 € goedkoper in aankoopprijs</li> <li>- Koeling mogelijk</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jaarlijks verbruik is goedkoper (niet veel)</li> <li>- Groter sanitair comfort</li> <li>-Smart Grid Ready</li> </ul>
Nadelen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jaarlijks verbruik is duurder (niet veel)</li> <li>- Lager sanitair comfort</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 3.479 € duurder in aankoopprijs</li> </ul>

## 2.2.Situatie 2 – Woning met 10 kW warmteverliezen: WP of Vitocaldens

### 2.2.1. Situatieschets

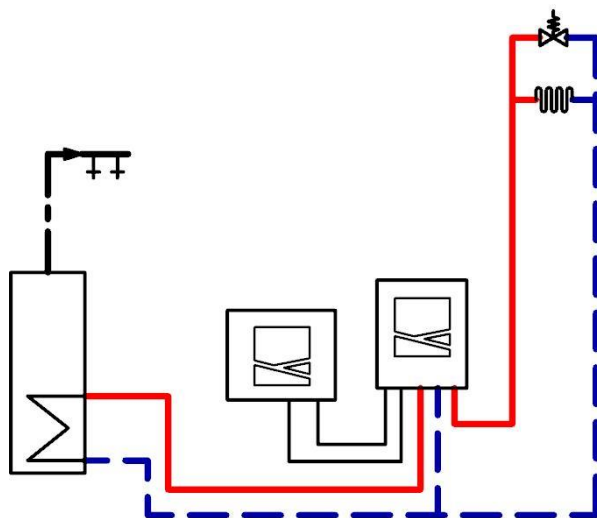
In deze situatie wordt een woning met een warmteverlies van 10 kW bij -8°C buitentemperatuur geanalyseerd. De te vergelijken toestellen zijn de Vitocaldens 222-F en een Vitocal 200-S. De Vitocal 200-S is voldoende groot gedimensioneerd om meer als 85% van de totale warmtevraag te dekken en voldoet daardoor aan de huidige EPB-eisen.

### 2.2.2. Te vergelijken toestellen

#### 2.2.2.1. Vitocal 200-S

##### Het toestel

Het toestel is een modulerende luchtwater warmtepomp, het is ook een splituitvoering. Deze is trouwens ook te vergelijken met de interne warmtepomp van de Vitocaldens. Een elektrisch element wordt gebruikt voor tijdens de zeer zware winterdagen het extra vermogen te leveren wat de warmtepomp niet alleen aankan. Als sanitaire boiler wordt een Vitocell van 300l voorzien. Voor deze installatie zal de goedkoopste mogelijkheid het onderstaande schema zijn. Bij deze installatie is ook een minimum aan extra componenten nodig.



##### Kostprijs van de installatie:

Component	Kostprijs
Vitocal 200-S AWT-AC 201.C10 400V	€ 6.976
Indienststelling split warmtepomp	€ 480
Aansluitset voor secundair circuit	€ 344
Aansluitset verwarmingscircuitaanvoer/-retour	€ 138
Vitocell 100-V, type CVA 300l	€ 1.222

Totale kostprijs van de installatie: € 9.160

##### Jaarlijks verbruik van de installatie

In de Vitocaldens 222-F HAWB 222.A29 wordt hetzelfde type warmtepomp gebruikt als in de Vitocal 200-S AWT-AC 201.C10 400V. Het jaarlijks verbruik kan dus net zoals de Vitocaldens zeer nauwkeurig worden vastgesteld door enkele waarden in het programma aan te passen.

Jaarlijks verbruik voor CV: € 564,55

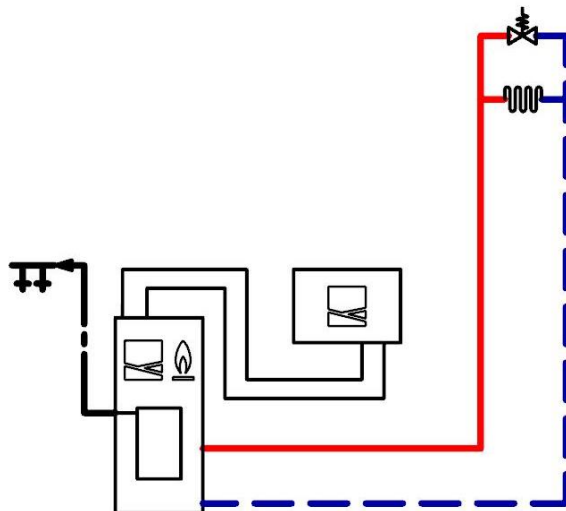
2% hiervan is de kost van het elektrisch element wat enkel bij de extreme buitentemperaturen nodig is om het gevraagde vermogen te kunnen leveren.

### 2.2.2.2. Vitocaldens 222-F

#### Het toestel

Het gekozen type is de Vitocaldens 222-F HAWB 222.A29. Er is voor een 400V type geselecteerd omdat er in nieuwbouw altijd de mogelijkheid is om drijfkracht aan te vragen.

Het toestel heeft net zoals het voorgaande een interne sanitair warmwater boiler. Ook wordt er hier weer gekozen voor een relatief eenvoudige installatie.



#### Kostprijs van de installatie

Component	Kostprijs
<b>Vitocaldens 222-F HAWB 222.A29</b>	€ 11.833
<b>Indienststelling Vitocaldens</b>	€ 480
<b>Rookgassysteem:</b>	<u>€ 356</u>
-Coaxiaal 2m 3x	3x € 76
-Concentrische dakdoorvoer	€ 84
-Toebehoren	€ 44
<b>Expansievat 18l</b>	€ 60
<b>Aansluitset opbouwmontage naar boven</b>	€ 226

Totale kostprijs van de installatie: € 12.955

#### Jaarlijks verbruik van de installatie

Het jaarlijks verbruik van de Vitocaldens wordt bepaald door het Excel programma.

Het jaarlijks verbruik voor CV: € 561,95

### 2.2.3. Vergelijking

Kostprijs:

- Vitocal 222-S € 9.160
- Vitocaldens 222-F € 12.955
- € 3.795

De Vitocaldens installatie is € 3.419 duurder als de installatie met een Vitocal 222-S

Jaarlijks verbruik:

- Vitocal 222-S	€ 564,55
- Vitocaldens 222-F	<u>€ 561,95</u>
	€ 2,60

Toekomstig jaarlijks verbruik in 2020

- Vitocal 222-S	€ 762,08
- Vitocaldens 222-F	<u>€ 760,20</u>
	€ 1,88

Wanneer deze waarden geanalyseerd worden kunnen we zien dat er weinig verschil is in verbruik van de installaties.

Men moet hierbij wel nog het sanitair verbruik in rekening brengen. In deze woning is er 14.664 kWh aan warmte nodig voor het huis te verwarmen. Zoals eerder al vermeld is er ongeveer 3800kWh warmte nodig voor het sanitair verbruik. Dit betekent dat 20.6% van de totale warmtebehoefte voor sanitair is.

Aangezien de Vitocaldens altijd opteert voor de goedkoopste brandstof (tenzij deze is ingesteld op ecologische modus) zal er hier wel een groter verschil zijn in het jaarlijks verbruik. Hierdoor is het eventueel wel mogelijk dat de installatie zich op den duur wel heeft terugbetaald. Al is dit niet te bewijzen omdat dit sterk afhangt van de gebruiker.

#### 2.2.4. Besluit

In deze situatie kan men besluiten dat de Vitocaldens een meerwaarde biedt maar deze afhankelijk van de situatie zich wel of niet zal terugbetalen.

Uiteindelijk zal de eindgebruiker moeten beslissen of hij voor deze meerwaarde extra wilt betalen. Indien de gebruiker een groot gezin heeft is het wel aangewezen om voor een Vitocaldens te opteren. Omwille van het groot sanitair comfort en door het lagere verbruik voor de productie van sanitair warm water.

	Vitocal 200-S	Vitocaldens 222-F
Voordelen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 3.795 € goedkoper in aankoop prijs</li> <li>- Koeling mogelijk</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jaarlijks verbruik is goedkoper (niet veel)</li> <li>- Smart Grid Ready</li> </ul>
Nadelen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jaarlijks verbruik is duurder (niet veel)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 3.795 € duurder in aankoop prijs</li> </ul>

## 2.3.Situatie 3 – Villa met 15kW Warmteverliezen: WP of Vitocaldens

### 2.3.1. Situatieschets

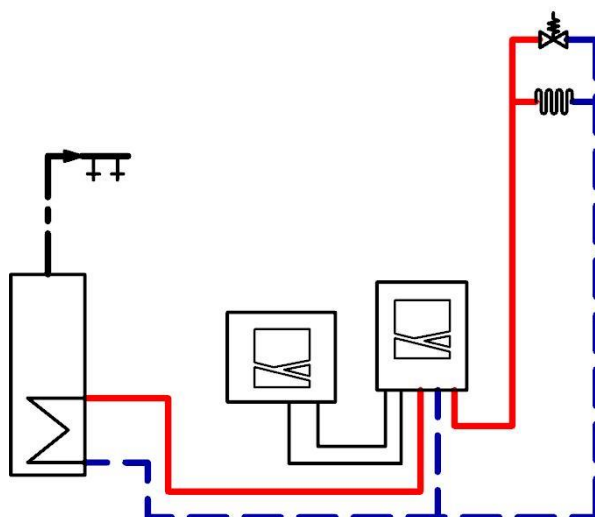
In deze situatie wordt een grote woning met een warmteverlies van 15 kW bij -8°C buitentemperatuur geanalyseerd. De te vergelijken toestellen zijn de Vitocaldens 222-F en een Vitocal 350. De Vitocal 350 is voldoende groot gedimensioneerd om meer als 85% van de totale warmtevraag te dekken en voldoet daardoor aan de huidige EPB-eisen.

### 2.3.2. Te vergelijken toestellen

#### 2.3.2.1. Vitocal 200-S

##### Het toestel

Het toestel is een modulerende luchtwater warmtepomp. Een elektrisch element wordt gebruikt voor tijdens de zeer zware winterdagen het extra vermogen te leveren wat de warmtepomp niet alleen aankan. De installatie wordt voorzien van een sanitaire boiler met een inhoud van 390 liter. Voor deze installatie zal de goedkoopste mogelijkheid het onderstaande schema zijn.



##### Kostprijs van de installatie

Component	Kostprijs
<b>Vitocal 200-S AWB – AC C13</b>	€ 7.589
<b>Indienststelling split warmtepomp</b>	€ 480
<b>Aansluitset voor secundair circuit</b>	€ 344
<b>Aansluitset verwarmingscircuitaanvoer/-retour</b>	€ 138
<b>Vitcell 100-V CVW</b>	€ 2.178

Totale kostprijs van de installatie: € 10.729

##### Jaarlijks verbruik van de installatie

SPF van het systeem wordt bepaald door Jaz Rechner.

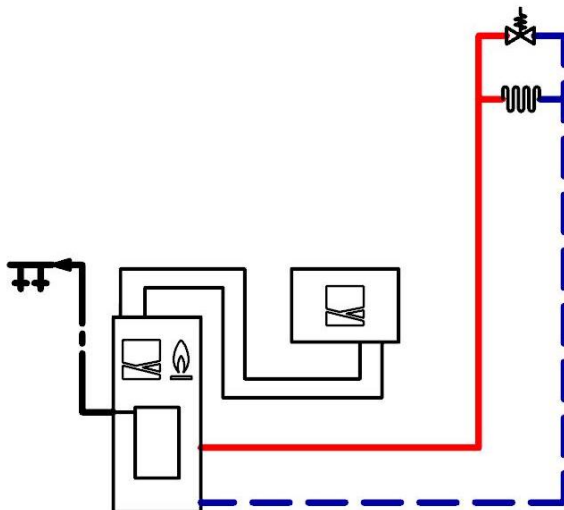
Jaarlijks verbruik van de installatie voor CV met een SPF van 4,04 : € 992,27

### 2.3.2.2. Vitocaldens 222-F

#### Het toestel

Het gekozen type is de Vitocaldens 222-F A29 400V. Er is voor een 400V type geopteerd omdat er in nieuwbouw altijd de mogelijkheid is om drijfkracht aan te vragen.

Het toestel heeft een interne sanitair warmwaterboiler en heeft ook geen buffervat nodig voor CV omdat het toestel modulerend is.



#### Kostprijs van de installatie

Component	Kostprijs
<b>Vitocaldens 222-F HAWB 222.A29</b>	€ 11.833
<b>Indienststelling Vitocaldens</b>	€ 480
<b>Rookgassysteem:</b>	<u>€ 356</u>
-Coaxiaal 2m 3x	3x € 76
-Concentrische dakdoorvoer	€ 84
-Toebehoren	€ 44
<b>Aansluitset opbouwmontage naar boven</b>	€ 226
<b>Expansievat 18l</b>	€ 60

Totale kostprijs van de installatie: € 12.955

#### Jaarlijks verbruik van de installatie

Het jaarlijks verbruik van de Vitocaldens wordt bepaald door het Excel programma.

Het jaarlijks verbruik voor CV: € 844,27

### 2.3.3. Vergelijking

Kostprijs:

- Vitocal 200-S	€ 10.729
- Vitocaldens 222-F	<u>€ 12.955</u>
	<b>€ 2.226</b>

De Vitocaldens installatie is € 2.166 duurder als de installatie met een Vitocal 200-S.

Jaarlijks verbruik:

- Vitocal 200-S	€ 992,27
- Vitocaldens 222-F	<u>€ 844,27</u>
	<b>€ 148,00</b>

Toekomstig jaarlijks verbruik in 2020

- Vitocal 200-S	€ 1.340,95
- Vitocaldens 222-F	<u>€ 1.143,13</u>
	<b>€ 197,82</b>

Wanneer we deze waarden analyseren zien we duidelijk dat de Vitocaldens veel minder verbruikt dan de Vitocal 200-S, namelijk 14,9 %. Op 15 jaar tijd heeft de gebruiker met een Vitocaldens € 3.266 minder verbruikt voor de verwarming dan bij een Vitocal 200-S. Dit betekent dat de installatie op 11,4 jaar is terugverdiend.

In deze woning is er 21.996 kWh aan warmte nodig voor het huis te verwarmen. Zoals eerder al vermeld is er ongeveer 3800kWh warmte nodig voor het sanitair verbruik. Dit betekent dat 14,7% van de totale warmtebehoefte voor sanitair warm water nodig is. Ook hier zal de Vitocaldens zuiniger in verbruik zijn aangezien de Vitocaldens altijd opteert voor de goedkoopste brandstof (tenzij deze is ingesteld op ecologische modus). Daarom zal het toestel zich waarschijnlijk nog sneller terugverdienen dan 11,4 jaar.

### 2.3.4. Besluit

In deze situatie is het duidelijk dat de Vitocaldens 222-F een groot voordeel biedt ten opzichte van de Vitocal 200-S. De installatie is weliswaar duurder maar makkelijker te installeren en neemt minder plaats in. De Vitocaldens is ook nog voordeliger in verbruik dan de Vitocal 200-S.

	Vitocal 200-S	Vitocaldens 222-F
Voordelen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Geen gasaansluiting nodig</li> <li>- Hoog sanitair comfort</li> <li>- 2.226 € goedkoper in aankoopprijs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jaarlijks verbruik is goedkoper</li> <li>- Hoog sanitair comfort</li> <li>- Plaatsbesparend</li> <li>- Smart Grid Ready</li> <li>- Op 11,5 jaar terugverdiend</li> </ul>
Nadelen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jaarlijks verbruik is duurder</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gasaansluiting nodig</li> <li>- 2.226 € duurder in aankoopprijs</li> </ul>

## 2.4.Situatie 4 – Villa met 15kW Warmteverliezen: WP of Vitocaldens

### 2.4.1. Situatieschets

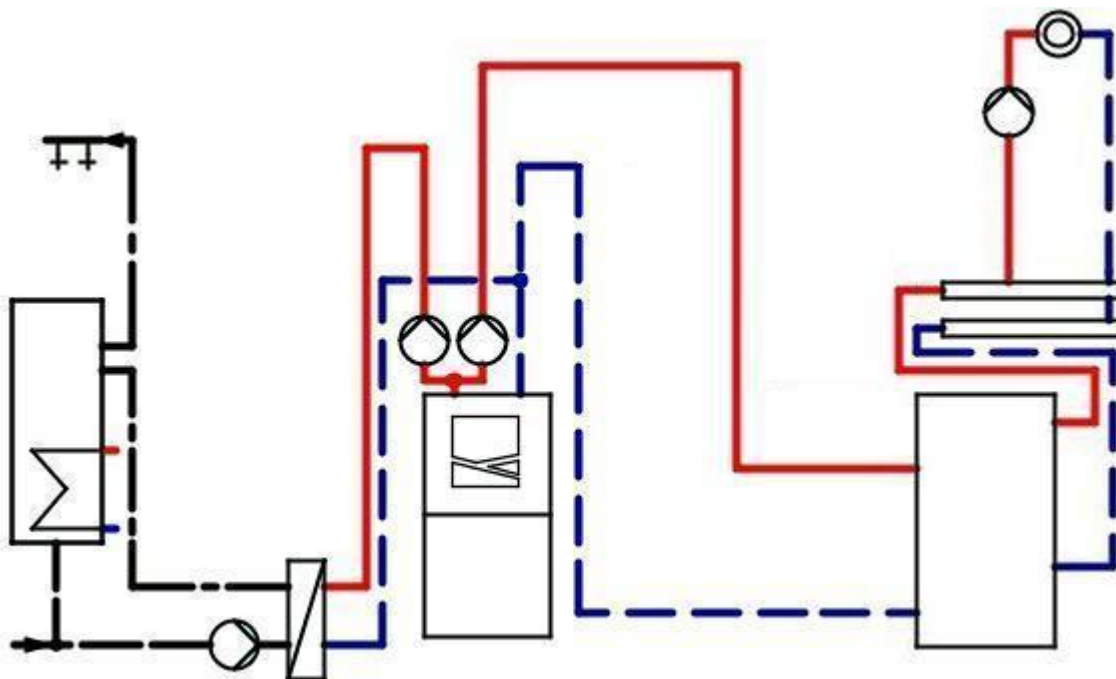
In deze situatie wordt een grote woning met een warmteverlies van 15 kW bij -8°C buitentemperatuur geanalyseerd. De te vergelijken toestellen zijn de Vitocaldens 222-F en een Vitocal 350. De Vitocal 350 is voldoende groot gedimensioneerd om meer als 85% van de totale warmtevraag te dekken en voldoet daardoor aan de huidige EPB-eisen.

### 2.4.2. Te vergelijken toestellen

#### 2.4.2.1. Vitocal 350-A

##### Het toestel

Het toestel is een niet modulerende luchtwater warmtepomp. Hierdoor is het nodig om een buffervat te voorzien om het pendelen van de warmtepomp tegen te gaan. Voor het sanitair warm water wordt er gebruikt gemaakt van een boiler met een externe platenwarmtewisselaar. Dit is nodig om het grote vermogen van de warmtepomp in de zomer kwijt te kunnen. Hiervoor gebruiken we de Vitocell 100-V van 300l. Bijkomend is er ook nog een buffervat van 400l nodig voor het CV gedeelte. Hiervoor wordt een Vitocell 100-E van 400l gebruikt.



##### Kostprijs van de installatie

Component	Kostprijs
Vitocal 350-A AWH0 351.A14	€ 12.136
Vitocell 100-E 400l	€ 1.064
Vitocell 100-V 300l	€ 1.222
Indienstelling monobloc warmtepomp	€ 310
Verwarmingswater-doorstromer	€ 546
Hoogefficiënte circulatiepomp 2x	2x € 448
Hydraulische aansluitset	€ 1.151
Divicon-verwarmingscircuitverdeling zonder mengklep	€ 589
Elektrische verbindingsleidingen, lengte 15 m	€ 177



Graafwerken plus sokkel	€ 300
Circulatiepomp voor de boilerlading	€ 347
Laaddoorn	€ 556
2-weg-motorkogelklep	€ 283
Vitotrans 100, type PWT	€ 1.277

Graafwerken plus sokkel is ruwe schatting maar zal waarschijnlijk nog duurder zijn met de extra uren die men hieraan moet besteden.

Totale kostprijs van de installatie: € 20.934

Jaarlijks verbruik van de installatie

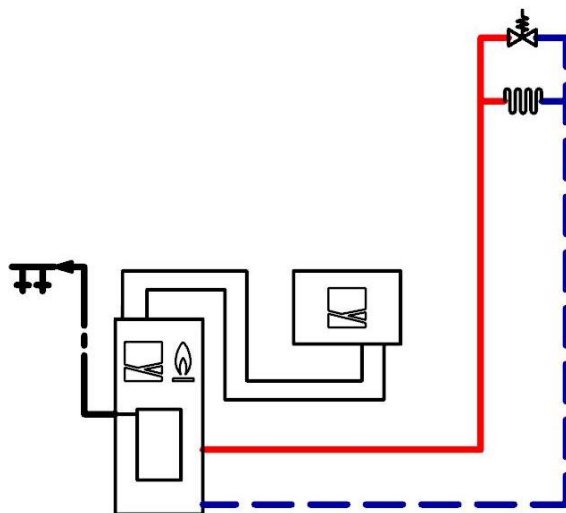
Jaarlijks verbruik van de installatie voor CV met een SPF van 4: € 1.002,19

#### 2.4.2.2. Vitocaldens 222-F

Het toestel

Het gekozen type is de Vitocaldens 222-F A29 400V. Er is voor een 400V type geselecteerd omdat er in nieuwbouw altijd de mogelijkheid is om drijfkracht aan te vragen.

Het toestel heeft een interne sanitair warmwaterboiler en heeft ook geen buffervat nodig voor CV omdat het toestel modulerend is. Deze relatief eenvoudige installatie is voldoende om hetzelfde te realiseren als bovenstaande installatie van Vitocal 350-A.



Kostprijs van de installatie

Component	Kostprijs
Vitocaldens 222-F HAWB 222.A29	€ 11.833
Indienststelling Vitocaldens	€ 480
Rookgassysteem:	€ 356
-Coaxiaal 2m 3x	3x € 76
-Concentrische dakdoorvoer	€ 84
-Toebehoren	€ 44
Aansluitset opbouwmontage naar boven	€ 226
Expansievat 18l	€ 60

Totale kostprijs van de installatie: € 12.955

### Jaarlijks verbruik van de installatie

Het jaarlijks verbruik van de Vitocaldens wordt bepaald door het Excel programma.

Het jaarlijks verbruik voor CV: € 844,27

### 2.4.3. Vergelijking

Kostprijs:

- Vitocal 350-A	€ 20.934
- Vitocaldens 222-F	<u>€ 12.955</u>
	€ 7.979

De Vitocaldens installatie is € 7.979 goedkoper als de installatie met een Vitocal 350-A.

Jaarlijks verbruik:

- Vitocal 350-A	€ 1.002,19
- Vitocaldens 222-F	<u>€ 844,27</u>
	€ 157,92

Toekomstig jaarlijks verbruik in 2020

- Vitocal 350-A	€ 1.354,36
- Vitocaldens 222-F	<u>€ 1.143,13</u>
	€ 211,23

Wanneer we deze waarden analyseren zien we duidelijk dat de Vitocaldens veel minder verbruikt dan de Vitocal 350-A, namelijk 15,8 %. Op 15 jaar tijd heeft de gebruiker met een Vitocaldens € 3.488 minder verbruikt voor de verwarming dan bij een Vitocal 350-A. In deze woning is er 21.996 kWh aan warmte nodig voor het huis te verwarmen. Zoals eerder al vermeld is er ongeveer 3800kWh warmte nodig voor het sanitair verbruik. Dit betekent dat 14,7% van de totale warmtebehoefte voor sanitair warm water nodig is. Ook hier zal de Vitocaldens zuiniger in verbruik zijn aangezien de Vitocaldens altijd opteert voor de goedkoopste brandstof (tenzij deze is ingesteld op ecologische modus).

### 2.4.4. Besluit

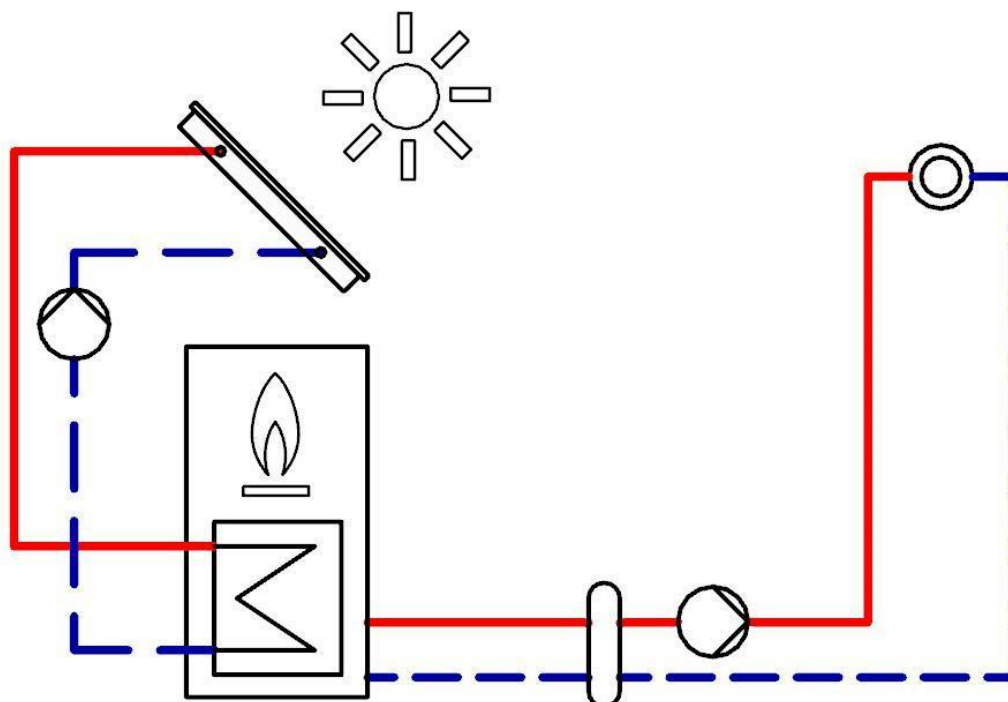
In deze situatie is het duidelijk dat de Vitocaldens 222-F een groot voordeel biedt ten opzichte van de Vitocal 350-A. Niet alleen is de installatie goedkoper, makkelijker te installeren in neemt het minder plaats in. De Vitocaldens is zelfs nog voordeliger in verbruik dan de Vitocal 350-A.

	Vitocal 350-A	Vitocaldens 222-F
Voordelen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Geen gasaansluiting nodig</li> <li>- Hoog sanitair comfort</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jaarlijks verbruik is goedkoper</li> <li>- Hoog sanitair comfort</li> <li>- 7.979 € goedkoper in aankoopprijs</li> <li>- Plaatsbesparend</li> <li>- Smart Grid Ready</li> </ul>
Nadelen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jaarlijks verbruik is duurder</li> <li>- 7.979 € duurder in aankoopprijs</li> <li>- Moeilijke installatie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gasaansluiting nodig</li> </ul>

## 2.5.Situatie 5 - Woning met 10 kW warmteverliezen: Gasketel of Vitocaldens

### 2.5.1. Situatieschets

In deze situatie wordt een woning met een warmteverlies van 10 kW bij  $-8^{\circ}\text{C}$  buitentemperatuur geanalyseerd. De te vergelijken toestellen zijn de Vitocaldens 222-F en een Vitodens 242-W. De Vitodens 242-W zal gecombineerd worden met een zonne-installatie om te voldoen aan de huidige EPB-eisen. De zonneboiler zal altijd een gedeelte op lage temperatuur houden zodat er altijd mogelijkheid om eventuele zonne-energie op te slaan. Hierdoor kan er wel een verlaagd sanitair comfort optreden indien er een grote sanitaire vraag is.



### 2.5.2. Te vergelijken toestellen

#### 2.5.2.1. Vitodens 242-F

##### Het toestel

Het gekozen toestel is een condenserende gasketel met een interne sanitair warm waterboiler. Het toestel is ook voorzien om een zonne-installatie op aan te sluiten voor sanitair warm water. Bij het toestel zal er een zonnepakket voorzien worden. Namelijk 2 vlakke panelen Vitosol 200-F.

##### Kostprijs van de installatie

Component	Kostprijs
<b>Vitodens 242-F 13kW</b>	€ 5.202
<b>Aansluitset voor opbouwinstallatie naar boven</b>	€ 290
<b>Zonnepakket Vitosol 200-F</b>	€ 1.492
<b>Indienstelling aardgas</b>	€ 158
<b>Indienstelling zonnestelsel</b>	€ 76
<b>Dakbevestiging zonnepanelen</b>	€ 239
<b>Solarleiding + toebehoren</b>	€ 234
<b>Rookgassysteem:</b>	<u>€ 356</u>
-Coaxiaal 2m 3x	3x € 76
-Concentrische dakdoorvoer	€ 84

<b>-Toebehoren</b>	€ 44
<b>Evenwichtfles +Temperatuursonde</b>	€ 300
<b>Hoogefficiënte circulatiepomp</b>	€ 448

Totale kostprijs van de installatie: € 8.795

#### Jaarlijks verbruik van de installatie

Het jaarlijks verbruik van de deze installatie wordt bepaald door het Excel programma.

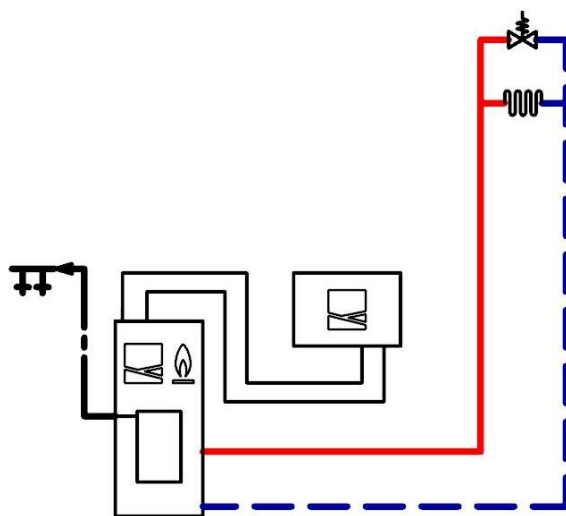
Jaarlijks verbruik voor CV: € 842,26

### 2.5.2.2. Vitocaldens 222-F

#### Het toestel

Het gekozen type is de Vitocaldens 222-F HAWB 222.A29. Er is voor een 400V type geselecteerd omdat er in nieuwbouw altijd de mogelijkheid is om drijfkracht aan te vragen.

Het toestel heeft een interne sanitair warmwaterboiler.



#### Kostprijs van de installatie

Component	Kostprijs
Vitocaldens 222-F HAWB 222.A29	€ 11.833
Indienststelling Vitocaldens	€ 480
Rookgasysteem:	€ 356
-Coaxiaal 2m 3x	3x € 76
-Concentrische dakdoorvoer	€ 84
-Toebehoren	€ 44
Aansluitset opbouwmontage naar boven	€ 226
Expansievat 18l	€ 60

Totale kostprijs van de installatie: € 12.955

#### Jaarlijks verbruik van de installatie

Het jaarlijks verbruik van de Vitocaldens wordt bepaald door het Excel programma.

Het jaarlijks verbruik voor CV: € 561,95

### 2.5.3. Vergelijking

Kostprijs:

- Vitodens 242-F	€ 8.795
- Vitocaldens 222-F	<u>€ 12.955</u>
	<b>€ 4.160</b>

De Vitocaldens installatie is € 4.160 duurder als de installatie met een Vitodens 242-F

Jaarlijks verbruik:

- Vitodens 242-F	€ 842,26
- Vitocaldens 222-F	<u>€ 561,95</u>
	<b>€ 280,13</b>

Toekomstig jaarlijks verbruik in 2020

- Vitodens 242-F	€ 1.181,55
- Vitocaldens 222-F	<u>€ 760,20</u>
	<b>€ 421,35</b>

Bij de analyse van deze waarden kunnen we zien dat de Vitocaldens veel voordeliger is in verbruik dan de Vitodens 242-F, namelijk 33,3 %. Op 15 jaar heeft de gebruiker met een Vitocaldens € 7.166 voordeliger verwarmd dan met een Vitodens 242-F.

De meerwaarde van de Vitocaldens ten opzichte van de Vitodens 242-F is € 4.160. Dit betekent dat de meerkost zich op 10,4 jaar heeft terugverdiend. En dit enkel met het huis te verwarmen. Zoals eerder al vermeld is er ongeveer 3800kWh warmte nodig voor het sanitair verbruik. Dit betekent dat 20,6% van de totale warmtebehoefte voor sanitair warm water wordt gebruikt. Nu is de Vitodens 242-F voorzien met een interne zonneboiler en dus is het sanitair warm water voor een gedeelte verwarmd door de zon. Deze energie is volledig gratis. De Vitocaldens daarentegen zal altijd energie nodig hebben om sanitair warm water te produceren. Maar omwille van de warmtepomp is deze energie wel goedkoper dan bij de Vitodens. Afhankelijk van de gebruiker zal het dus kunnen dat de Vitodens goedkoper sanitair warm water produceert dan Vitocaldens maar dit kan ook omgekeerd. Dit hangt allemaal af van het gebruikerspatroon van de gebruiker.

### Bijkomende vergelijking met goedkoper type Vitocaldens (A26/230V)

De mogelijkheid is er ook om een goedkoper type Vitocaldens te plaatsen. Hierdoor wordt het prijsverschil tussen de installaties kleiner. Het jaarlijks verbruik is dan wel hoger omwille van het feit dat het duurdere type hogere COP's en hogere vermogens haalt.

Hieronder volgt een analyse wanneer er gekozen wordt voor een Vitocaldens 222-F A26/230V.

#### Kostprijs:

- Vitodens 242-F	€ 8.795	
- Vitocaldens 222-F A26/230V	<u>€ 10.780</u>	( Dit type Vitocaldens is € 2.175
goedkoper)		
	<b>€ 1.985</b>	

De Vitocaldens installatie is € 1.985 duurder als de installatie met een Vitodens 242-F

#### Jaarlijks verbruik:

- Vitodens 242-F	€ 842,26
- Vitocaldens 222-F A26/230V	<u>€ 654,77</u>
	<b>€ 187,49</b>

#### Toekomstig jaarlijks verbruik in 2020

- Vitodens 242-F	€ 1.181,55
- Vitocaldens 222-F A26/230V	<u>€ 891,06</u>
	<b>€ 290,49</b>

Bij de analyse van deze waarden kunnen we zien dat de Vitocaldens opnieuw voordeliger is in verbruik dan de Vitodens 242-F, namelijk 22,3 %. Op 15 jaar heeft de gebruiker met een Vitocaldens € 4.975 voordeliger verwarmd dan met een Vitodens 242-F.

De meerwaarde van de Vitocaldens ten opzichte van de Vitodens 242-F is 1.985 €. Dit betekent dat de meerkost zich op 7,8 jaar heeft terugverdiend. En dit enkel met het huis te verwarmen. Zoals eerder al vermeld is er ongeveer 3800kWh warmte nodig voor het sanitair verbruik. Dit betekent dat 20,6% van de totale warmtebehoefte voor sanitair warm water wordt gebruikt. Nu is de Vitodens 242-F voorzien met een interne zonneboiler en dus is het sanitair warm water voor een gedeelte verwarmd door de zon. Deze energie is volledig gratis. De Vitocaldens daarentegen zal altijd energie nodig hebben om sanitair warm water te produceren. Maar omwille van de warmtepomp is deze energie wel goedkoper dan bij de Vitodens. Afhankelijk van de gebruiker zal het dus kunnen dat de Vitodens goedkoper sanitair warm water produceert dan Vitocaldens maar dit kan ook omgekeerd. Dit hangt allemaal af van het gebruikerspatroon van de gebruiker.

### 2.5.4. Besluit

De Vitocaldens is in deze situatie een goede keuze. De aankoopprijs is weliswaar duurder maar zal op termijn zich terugbetalen. Afhankelijk van het sanitair warm water gebruik is het mogelijk dat de Vitocaldens zich sneller of langzamer terugbetaalt. Conservatief kan men zeggen dat de installatie op 10,5 jaar zeker is terugverdiend.

	Vitodens 242-F	Vitocaldens 222-F
<b>Voordelen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 4.160 € goedkoper in aankoopprijs</li> <li>- Gratis zonne-energie (sanitair )</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jaarlijks verbruik is goedkoper</li> <li>- Groter sanitair comfort</li> <li>- Meerkost op 10,5 jaar terugverdiend</li> <li>-Smart Grid Ready</li> </ul>
<b>Nadelen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jaarlijks verbruik is duurder</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 4.160 € duurder in aankoopprijs</li> </ul>

#### Bijkomende vergelijking met goedkoper type Vitocaldens (A26/230V)

Dit type Vitocaldens is ook in deze situatie een goede keuze en zal zich zelfs op kortere termijn terugverdienen. Het totale verbruik van dit type is wel hoger dan zijn duurdere tegenhanger. Conservatief kan men zeggen dat de installatie op 8 jaar zeker is terugverdiend.

	Vitodens 242-F	Vitocaldens 222-F
<b>Voordelen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1.985 € goedkoper in aankoopprijs</li> <li>- Gratis zonne-energie (sanitair )</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jaarlijks verbruik is goedkoper</li> <li>- Groter sanitair comfort</li> <li>- Meerkost op 8 jaar terugverdiend</li> <li>-Smart Grid Ready</li> </ul>
<b>Nadelen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jaarlijks verbruik is duurder</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1.985 € duurder in aankoopprijs</li> </ul>

## 2.6.Situatie 6 - Woning met 10 kW warmteverliezen: Gasketel of Vitocaldens beiden op propaan

### 2.6.1. Situatieschets

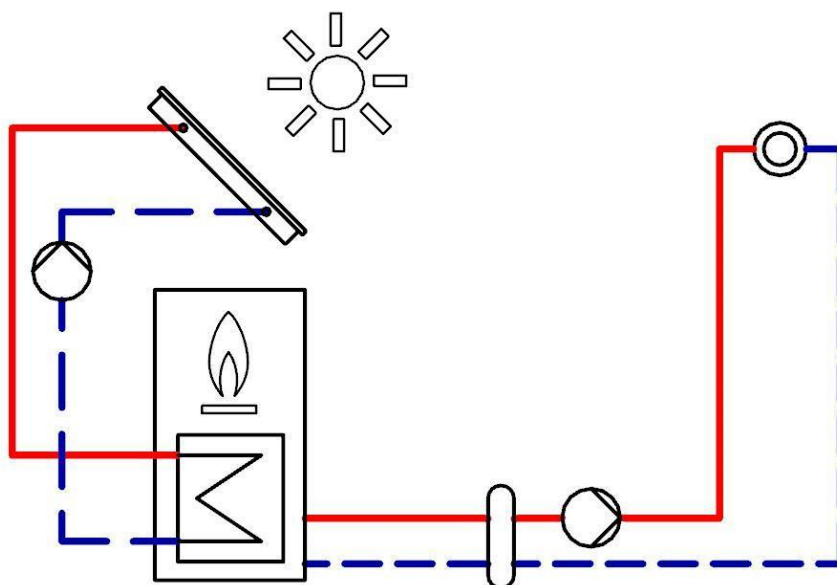
In deze situatie wordt een woning met een warmteverlies van 10 kW bij -8°C buitentemperatuur geanalyseerd. De te vergelijken toestellen zijn de Vitocaldens 222-F en een Vitodens 242-W. De Vitodens 242-W zal gecombineerd worden met een zonne-installatie om te voldoen aan de huidige EPB-eisen. De gebruiker heeft geen gasaansluiting en dus worden de beide toestellen omgebouwd naar propaan.

### 2.6.2. Te vergelijken toestellen

#### 2.6.2.1. Vitodens 242-F op propaan

##### Het toestel

Het gekozen toestel is een condenserende gasketel omgebouwd naar propaan met een interne sanitair warm waterboiler. Het toestel is ook voorzien om een zonne-installatie op aan te sluiten voor sanitair warm water. Bij het toestel zal er een zonnepakket voorzien worden. Namelijk 2 vlakke panelen Vitosol 200-F.





Kostprijs van de installatie

Component	Kostprijs
Vitodens 242-F 13kW	€ 5.202
Aansluitset voor opbouwinstallatie naar boven	€ 290
Zonnepakket Vitosol 200-F	€ 1.492
Indienstelling aardgas	€ 158
Indienstelling zonnesysteem	€ 76
Dakbevestiging zonnepanelen	€ 239
Solarleiding + toebehoren	€234
Rookgassysteem:	€ 356
-Coaxiaal 2m 3x	3x € 76
-Concentrische dakdoorvoer	€ 84
-Toebehoren	€ 44
Ombouw naar propaan	€ 147
Evenwichtfles + Temperatuursonde	€ 300
Hoogefficiënte circulatiepomp	€ 448

Totale kostprijs van de installatie: € 8.942

Jaarlijks verbruik van de installatie

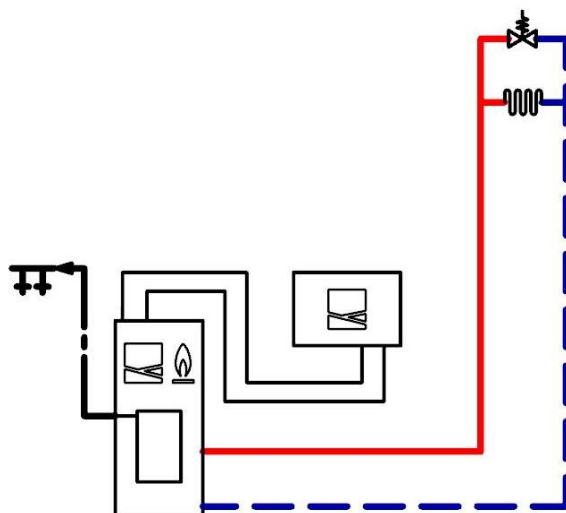
Het jaarlijks verbruik van de deze installatie wordt bepaald door het Excel programma.

Het jaarlijks verbruik voor CV: € 1.253,50

**2.6.2.2. Vitocaldens 222-F op propaan**Het toestel

Het gekozen type is de Vitocaldens 222-F HAWB 222.A29, de condenserende gasunit wordt omgebouwd naar propaan. Er is voor een 400V type geselecteerd omdat er in nieuwbouw altijd de mogelijkheid is om drijfkracht aan te vragen.

Het toestel heeft een interne sanitair warmwaterboiler. Er wordt gekozen voor een relatief eenvoudige installatie.



Kostprijs van de installatie

Component	Kostprijs
<b>Vitocaldens 222-F HAWB 222.A29</b>	€ 11.833
<b>Indienststelling Vitocaldens</b>	€ 480
<b>Aansluitset opbouwmontage naar boven</b>	€ 226
<b>Rookgassysteem:</b>	<u>€ 356</u>
-Coaxiaal 2m 3x	3x € 76
-Concentrische dakdoorvoer	€ 84
-Toebehoren	€ 44
<b>Ombouw naar propaan</b>	€ 147
<b>Expansievat 18l</b>	€ 60

Totale kostprijs van de installatie: € 13.102

Jaarlijks verbruik van de installatie

Het jaarlijks verbruik van de Vitocaldens wordt bepaald door het Excel programma.

Het jaarlijks verbruik voor CV: € 563,20

**2.6.3. Vergelijking**

Kostprijs:

- Vitodens 242-F € 8.942
- Vitocaldens 222-F € 13.102
- € 4.160**

De Vitocaldens installatie is € 4.100 duurder als de installatie met een Vitodens 242-F

Jaarlijks verbruik:

- Vitodens 242-F € 1.253,50
- Vitocaldens 222-F € 563,20
- € 690,30**

Toekomstig jaarlijks verbruik in 2020

- Vitodens 242-F € 1.758,44
- Vitocaldens 222-F € 761,16
- € 997,27**

Bij de analyse van deze waarden kunnen we zien dat de Vitocaldens op propaan veel voordeliger is in verbruik dan de Vitodens 242-F op propaan, namelijk 55,1 %. Op 15 jaar heeft de gebruiker met een Vitocaldens op propaan € 16.800 voordeliger verwarmd dan met een Vitodens 242-F op propaan.

De meerwaarde van de Vitocaldens ten opzichte van de Vitodens 242-F is 4.160€. Dit betekent dat de meerkost zich op 5,1 jaar heeft terugverdiend. En dit enkel met het huis te verwarmen.

Zoals eerder al vermeld is er ongeveer 3800kWh warmte nodig voor het sanitair verbruik. Dit betekent dat 20,6% van de totale warmtebehoefte voor sanitair warm water wordt gebruikt.

Nu is de Vitodens 242-F voorzien met een interne zonneboiler en dus is het sanitair warm water voor een gedeelte verwarmd door de zon. Deze energie is volledig gratis. De Vitocaldens daarentegen zal altijd energie nodig hebben om sanitair warm water te produceren. Maar omwille van de warmtepomp is deze energie wel goedkoper dan bij de Vitodens.

Afhankelijk van de gebruiker zal het dus kunnen dat de Vitodens goedkoper sanitair warm water produceert dan Vitocaldens maar dit kan ook omgekeerd. Dit hangt allemaal af van het gebruikerspatroon van de gebruiker.

### Bijkomende vergelijking met goedkoper type Vitocaldens (A26/230V)

De mogelijkheid is er ook om een goedkoper type Vitocaldens te plaatsen. Hierdoor wordt het prijsverschil tussen de installaties kleiner. Het jaarlijks verbruik is dan wel hoger omwille van het feit dat het duurdere type hogere COP's en hogere vermogens haalt.

Hieronder volgt een analyse wanneer er gekozen wordt voor een Vitocaldens 222-F A26/230V.

#### Kostprijs:

- Vitodens 242-F	€ 8.942	
- Vitocaldens 222-F A26/230V	<u>€ 10.927</u>	( Dit type Vitocaldens is € 2.175 goedkoper)
	<b>€ 1.985</b>	

De Vitocaldens installatie is € 1.985 duurder als de installatie met een Vitodens 242-F

#### Jaarlijks verbruik:

- Vitodens 242-F	€ 1.253,50
- Vitocaldens 222-F A26/230V	<u>€ 677,28</u>
	<b>€ 576,22</b>

#### Toekomstig jaarlijks verbruik in 2020

- Vitodens 242-F	€ 1.758,44
- Vitocaldens 222-F A26/230V	<u>€ 916,42</u>
	<b>€ 842,02</b>

Bij de analyse van deze waarden kunnen we zien dat de Vitocaldens opnieuw voordeliger is in verbruik dan de Vitodens 242-F, namelijk 46 %. Op 15 jaar heeft de gebruiker met een Vitocaldens € 14.225 voordeliger verwarmd dan met een Vitodens 242-F op propaan.

De meerwaarde van de Vitocaldens ten opzichte van de Vitodens 242-F is 1.985 €. Dit betekent dat de meerkost zich op 3,1 jaar heeft terugverdiend. En dit enkel met het huis te verwarmen. Zoals eerder al vermeld is er ongeveer 3800kWh warmte nodig voor het sanitair verbruik. Dit betekent dat 20,6% van de totale warmtebehoefte voor sanitair warm water wordt gebruikt. Nu is de Vitodens 242-F voorzien met een interne zonneboiler en dus is het sanitair warm water voor een gedeelte verwarmd door de zon. Deze energie is volledig gratis. De Vitocaldens daarentegen zal altijd energie nodig hebben om sanitair warm water te produceren. Maar omwille van de warmtepomp is deze energie wel goedkoper dan bij de Vitodens. Afhankelijk van de gebruiker zal het dus kunnen dat de Vitodens goedkoper sanitair warm water produceert dan Vitocaldens maar dit kan ook omgekeerd. Dit hangt allemaal af van het gebruikerspatroon van de gebruiker.

### 2.6.4. Besluit

De Vitocaldens is in deze situatie een goede keuze. De aankoopprijs is weliswaar duurder maar zal op termijn zich terugbetalen. Afhankelijk van het sanitair warm water gebruik is het mogelijk dat de Vitocaldens zich sneller of langzamer terugbetaalt. Conservatief kan men zeggen dat de installatie op 5 à 5,5 jaar zeker is terugverdiend.

	Vitodens 242-F op propaan	Vitocaldens 222-F op propaan
<b>Voordelen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 4.160 € goedkoper in aankoopprijs</li> <li>- Gratis zonne-energie (sanitair )</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jaarlijks verbruik is veel goedkoper</li> <li>- Groter sanitair comfort</li> <li>- Meerkost op 5,5 jaar terugverdiend</li> <li>- Smart Grid Ready</li> </ul>
<b>Nadelen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jaarlijks verbruik is veel duurder</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 4.160 € duurder in aankoopprijs</li> </ul>

#### Bijkomende vergelijking met goedkoper type Vitocaldens (A26/230V)

De Vitocaldens is ook in deze situatie een goede keuze en zal zich zelfs op kortere termijn terugverdienen dan de bovenstaande oplossing. Het totale verbruik van dit type is wel hoger dan zijn duurdere tegenhanger.

Conservatief kan men zeggen dat de installatie op 3 à 3,5 jaar zeker is terugverdiend.

	Vitodens 242-F op propaan	Vitocaldens 222-F A26/230V op propaan
<b>Voordelen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1.985 € goedkoper in aankoopprijs</li> <li>- Gratis zonne-energie (sanitair )</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jaarlijks verbruik is goedkoper</li> <li>- Groter sanitair comfort</li> <li>- Meerkost op 3,5 jaar terugverdiend</li> <li>- Smart Grid Ready</li> </ul>
<b>Nadelen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jaarlijks verbruik is duurder</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1.985 € duurder in aankoopprijs</li> </ul>

## 2.7.Situatie 7 - Woning met 10 kW warmteverliezen: Gasketel of Vitocaldens op propaan

### 2.7.1. Situatieschets

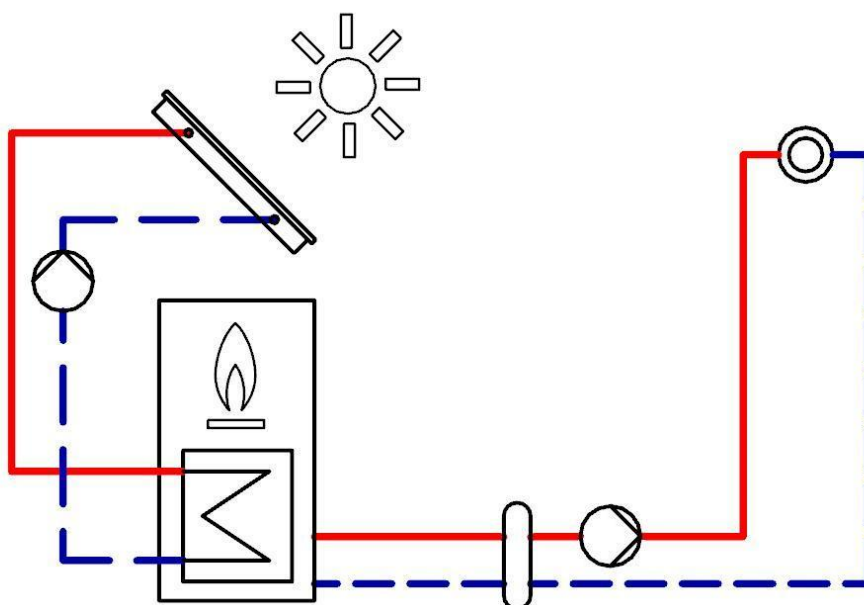
In deze situatie wordt een woning met een warmteverlies van 10 kW bij -8°C buitentemperatuur geanalyseerd. De te vergelijken toestellen zijn de Vitocaldens 222-F en een Vitodens 242-W. De Vitodens 242-W zal gecombineerd worden met een zonne-installatie om te voldoen aan de huidige EPB-eisen. De gebruiker heeft geen gasaansluiting maar vraagt zich af of het niet goedkoper is om een Vitocaldens omgebouwd naar propaan te plaatsen, dan een Vitodens en daarbij een gasaansluiting te moeten aanschaffen.

### 2.7.2. Te vergelijken toestellen

#### 2.7.2.1. Vitodens 242-F

##### Het toestel

Het gekozen toestel is een condenserende gasketel met een interne sanitair warm waterboiler. Het toestel is ook voorzien om een zonne-installatie op aan te sluiten voor sanitair warm water. Bij het toestel zal er een zonnepakket voorzien worden. Namelijk 2 vlakke panelen Vitosol 200-F.



##### Kostprijs van de installatie

Component	Kostprijs
<b>Vitodens 242-F 13kW</b>	€ 5.202
<b>Aansluitset voor opbouwinstallatie naar boven</b>	€ 290
<b>Zonnepakket Vitosol 200-F</b>	€ 1.492
<b>Indienstelling aardgas</b>	€ 158
<b>Indienstelling zonnestelsel</b>	€ 76
<b>Dakbevestiging zonnepanelen</b>	€ 239
<b>Solarleiding + toebehoren</b>	€234
<b>Rookgassysteem:</b>	<u>€ 356</u>
-Coaxiaal 2m 3x	3x € 76
-Concentrische dakdoorvoer	€ 84
-Toebehoren	€ 44
<b>Evenwichtfles + Temperatuursonde</b>	€ 300
<b>Hoogefficiënte circulatiepomp</b>	€ 448

Totale kostprijs van de installatie: € 8.795

### Jaarlijks verbruik van de installatie

Het jaarlijks verbruik van de deze installatie wordt bepaald door het Excel programma.

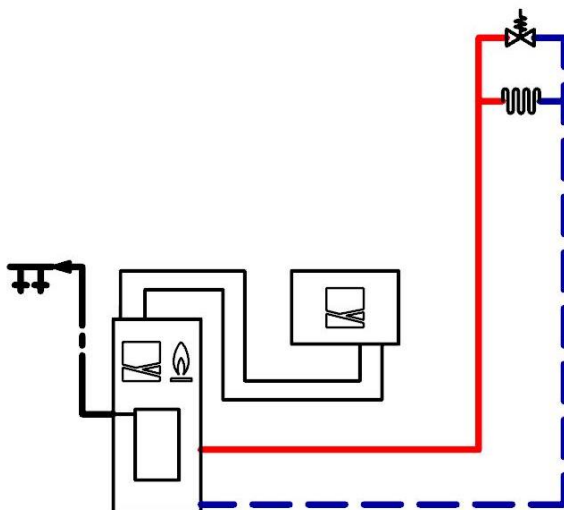
Jaarlijks verbruik voor CV: € 842,26

### 2.7.2.2. Vitocaldens 222-F op propaan

#### Het toestel

Het gekozen type is de Vitocaldens 222-F HAWB 222.A29, de condenserende gasunit wordt omgebouwd naar propaan. Er is voor een 400V type geselecteerd omdat er in nieuwbouw altijd de mogelijkheid is om drijfkracht aan te vragen.

Het toestel heeft een interne sanitair warmwaterboiler. Er wordt gekozen voor een relatief eenvoudige installatie.



#### Kostprijs van de installatie

Component	Kostprijs
<b>Vitocaldens 222-F HAWB 222.A29</b>	€ 11.833
<b>Indienststelling Vitocaldens</b>	€ 480
<b>Aansluitset opbouwmontage naar boven</b>	€ 226
<b>Rookgassysteem:</b>	<u>€ 356</u>
-Coaxiaal 2m 3x	3x € 76
-Concentrische dakdoorvoer	€ 84
-Toebehoren	€ 44
<b>Ombouw naar propaan</b>	€ 147
<b>Expansievat 18l</b>	€ 60

Totale kostprijs van de installatie: € 13.102

#### Jaarlijks verbruik van de installatie

Het jaarlijks verbruik van de Vitocaldens wordt bepaald door het Excel programma.

Het jaarlijks verbruik voor CV: € 563,20

### 2.7.3. Vergelijking

Kostprijs:

- Vitodens 242-F	€ 8.795
- Vitocaldens 222-F	<u>€ 13.102</u>
	€ 4.307

De Vitocaldens installatie is € 4.307 duurder als de installatie met een Vitodens 242-F

Jaarlijks verbruik:

- Vitodens 242-F	€ 846,26
- Vitocaldens 222-F	<u>€ 563,20</u>
	€ 279,06

Toekomstig jaarlijks verbruik in 2020

- Vitodens 242-F	€ 1.181,55
- Vitocaldens 222-F	<u>€ 761,16</u>
	€ 420,38

Bij de analyse van deze waarden kunnen we zien dat de Vitocaldens op propaan veel voordeliger is in verbruik dan de Vitodens 242-F op propaan, namelijk 33,1 %. Op 15 jaar heeft de gebruiker met een Vitocaldens op propaan € 7.153 voordeliger verwarmd dan met een Vitodens 242-F op aardgas.

De meerwaarde van de Vitocaldens ten opzichte van de Vitodens 242-F is 4.307 €. Dit betekent dat de meerkost zich op 10,7 jaar heeft terugverdiend. En dit enkel met het huis te verwarmen. Zoals eerder al vermeld is er ongeveer 3800kWh warmte nodig voor het sanitair verbruik. Dit betekent dat 20,6% van de totale warmtebehoefte voor sanitair warm water wordt gebruikt. Nu is de Vitodens 242-F voorzien met een interne zonneboiler en dus is het sanitair warm water voor een gedeelte verwarmd door de zon. Deze energie is volledig gratis. De Vitocaldens daarentegen zal altijd energie nodig hebben om sanitair warm water te produceren. Maar omwille van de warmtepomp is deze energie wel goedkoper dan bij de Vitodens. Afhankelijk van de gebruiker zal het dus kunnen dat de Vitodens goedkoper sanitair warm water produceert dan Vitocaldens maar dit kan ook omgekeerd. Dit hangt allemaal af van het gebruikerspatroon van de gebruiker.

### Bijkomende vergelijking met goedkoper type Vitocaldens (A26/230V)

De mogelijkheid is er ook om een goedkoper type Vitocaldens te plaatsen. Hierdoor wordt het prijsverschil tussen de installaties kleiner. Het jaarlijks verbruik is dan wel hoger omwille van het feit dat het duurdere type hogere COP's en hogere vermogens haalt.

Hieronder volgt een analyse wanneer er gekozen wordt voor een Vitocaldens 222-F A26/230V.

#### Kostprijs:

- Vitodens 242-F	€ 8.795	
- Vitocaldens 222-F A26/230V	<u>€ 10.927</u>	( Dit type Vitocaldens is € 2.175
goedkoper)		
	<b>€ 2.132</b>	

De Vitocaldens installatie is € 2.132 duurder als de installatie met een Vitodens 242-F

#### Jaarlijks verbruik:

- Vitodens 242-F	€ 846,26
- Vitocaldens 222-F	<u>€ 677,28</u>
	<b>€ 164,98</b>

#### Toekomstig jaarlijks verbruik in 2020

- Vitodens 242-F	€ 1.181,55
- Vitocaldens 222-F	<u>€ 916,42</u>
	<b>€ 265,13</b>

Bij de analyse van deze waarden kunnen we zien dat de Vitocaldens opnieuw voordeliger is in verbruik dan de Vitodens 242-F, namelijk 19,6 %. Op 15 jaar heeft de gebruiker met een Vitocaldens op propaan € 4.795 voordeliger verwarmd dan met een Vitodens 242-F op aardgas. De meerwaarde van de Vitocaldens ten opzichte van de Vitodens 242-F is 2.132 €. Dit betekent dat de meerkost zich op 9,0 jaar heeft terugverdiend. En dit enkel met het huis te verwarmen. Zoals eerder al vermeld is er ongeveer 3800kWh warmte nodig voor het sanitair verbruik. Dit betekent dat 20,6% van de totale warmtebehoefte voor sanitair warm water wordt gebruikt. Nu is de Vitodens 242-F voorzien met een interne zonneboiler en dus is het sanitair warm water voor een gedeelte verwarmd door de zon. Deze energie is volledig gratis. De Vitocaldens daarentegen zal altijd energie nodig hebben om sanitair warm water te produceren. Maar omwille van de warmtepomp is deze energie wel goedkoper dan bij de Vitodens. Afhankelijk van de gebruiker zal het dus kunnen dat de Vitodens goedkoper sanitair warm water produceert dan Vitocaldens maar dit kan ook omgekeerd. Dit hangt allemaal af van het gebruikerspatroon van de gebruiker.



### 2.7.4. Besluit

De Vitocaldens is in deze situatie een goede keuze. De aankoopprijs is weliswaar duurder maar zal op termijn zich terugbetalen. Afhankelijk van het sanitair warm water gebruik is het mogelijk dat de Vitocaldens zich sneller of langzamer terugbetaalt. Conservatief kan men zeggen dat de installatie op 11 jaar zeker is terugverdiend.

	Vitodens 242-F	Vitocaldens 222-F op propaan
<b>Voordelen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 4.307 € goedkoper in aankoopprijs</li> <li>- Gratis zonne-energie (sanitair )</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jaarlijks verbruik is veel goedkoper</li> <li>- Groter sanitair comfort</li> <li>- Meerkost op 11 jaar terugverdiend</li> <li>-Smart Grid Ready</li> </ul>
<b>Nadelen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jaarlijks verbruik is veel duurder</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 4.307 € duurder in aankoopprijs</li> </ul>

#### Bijkomende vergelijking met goedkoper type Vitocaldens (A26/230V)

De Vitocaldens is ook in deze situatie een goede keuze en zal zich zelfs op kortere termijn terugverdienen dan de bovenstaande oplossing. Het totale verbruik van dit type is wel hoger dan zijn duurdere tegenhanger.

Conservatief kan men zeggen dat de installatie op 9 jaar zeker is terugverdiend.

	Vitodens 242-F	Vitocaldens 222-F A26/230V op propaan
<b>Voordelen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2.132 € goedkoper in aankoopprijs</li> <li>- Gratis zonne-energie (sanitair )</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jaarlijks verbruik is goedkoper</li> <li>- Groter sanitair comfort</li> <li>- Meerkost op 9 jaar terugverdiend</li> <li>-Smart Grid Ready</li> </ul>
<b>Nadelen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jaarlijks verbruik is duurder</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2.132 € duurder in aankoopprijs</li> </ul>

### 3. Renovatie - Rad 60/40 + Vloerverwarming

#### 3.1.Situatie 1 - Woning met 15 kW warmteverliezen: Gasketel of Vitocaldens

##### 3.1.1. Situatieschets

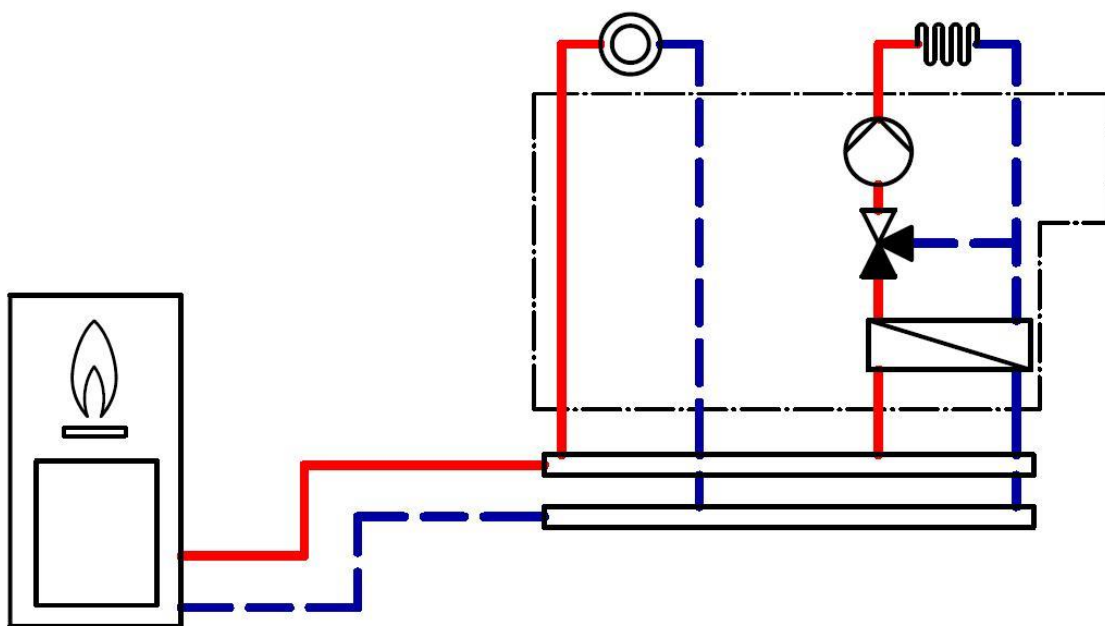
In deze situatie wordt een woning met een warmteverlies van 15 kW bij  $-8^{\circ}\text{C}$  buitentemperatuur geanalyseerd. Het afgiftesysteem van de woning bestaat uit een gedeelte vloerverwarming en een gedeelte radiatoren. Omdat deze vroeger meestal werden overgedimensioneerd kunnen we een 60/40 regime toepassen bij buitentemperatuur  $-8^{\circ}\text{C}$  en nog steeds voldoende warmteafgifte voorzien. De te vergelijken toestellen zijn de Vitocaldens 222-F en een Vitodens 222-F.

##### 3.1.2. Te vergelijken toestellen

###### 3.1.2.1. Vitodens 222-F

###### Het toestel

Het gekozen toestel is een modulerende gasketel. De unit is ook voorzien van een interne sanitair warm waterboiler. Het onderstaande schema is opgebouwd met een opbouwkit van Viessmann. Deze kit is zo geconstrueerd dat men 2 kringen met maar 2 pompen kan aansturen, één in de ketel en één in de opbouwkit. Deze kit is goedkoper dan bijvoorbeeld te werken met een evenwichtfles en 2 aparte pompen. En niet alleen in aankooprij maar ook in gebruikskosten en installatiekosten.



Kostprijs van de installatie:

Component	Kostprijs
Vitodens 222-F 19kW weersafhankelijk	€ 3.613
Aansluitset voor opbouwinstallatie naar boven	€ 250
Opbouwkit met mengklep voor opbouwinstallatie	€ 1614
Indienststelling aardgas	€ 158
Rookgassysteem:	€ 356
-Coaxiaal 2m 3x	3x € 76
-Concentrische dakdoorvoer	€ 84
-Toebehoren	€ 44

Totale kostprijs van de installatie: € 5.991

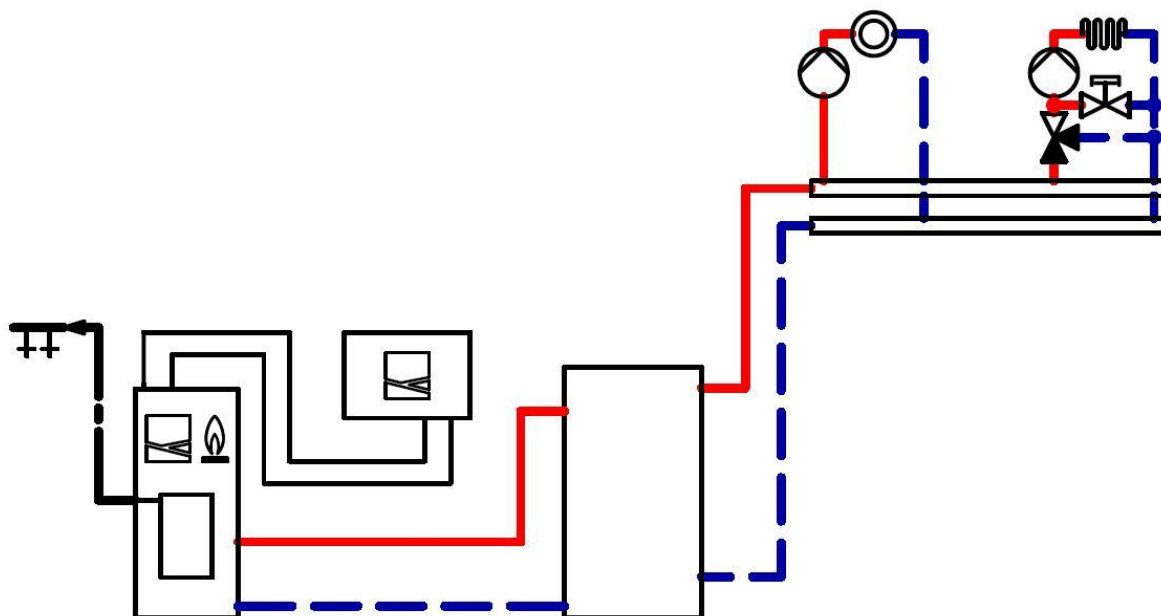
Jaarlijks verbruik van de installatie

Het jaarlijks verbruik van de Vitodens wordt bepaald door het Excel programma.

Het jaarlijks verbruik voor CV: € 1.731,50

**3.1.2.2. Vitocaldens 222-F**Het toestel

Het gekozen type is de Vitocaldens 222-F HAWB 222.A29. Er is voor een 400V type geselecteerd. Deze heeft namelijk betere COP's en grotere vermogens dan zijn enkelfasige tegenhanger. Het is dus zeker de moeite waard om bij renovatie een aanvraag te doen voor een driefasen aansluiting. Het toestel heeft net zoals het voorgaande een interne sanitair warmwater boiler. In het onderstaande schema is ook een buffervat verwerkt. Hierdoor kan de warmtepomp wanneer het overdag warmer is energie opslaan. Dan hoeft de warmtepomp tijdens de koudere nacht minder energie op te wekken aan een lagere COP dan overdag. Het buffervat zorgt er ook voor dat de verbruikers en de ketel hydraulisch gescheiden zijn.



Kostprijs van de installatie

Component	Kostprijs
Vitocaldens 222-F HAWB 222.A29	€ 11.833
Indienststelling Vitocaldens	€ 480
Aansluitset opbouwmontage naar boven	€ 226
Rookgassysteem:	<u>€ 356</u>
-Coaxiaal 2m 3x	3x € 76
-Concentrische dakdoorvoer	€ 84
-Toebehoren	€ 44
Divicon-verwarmingcircuitverdeling met mengklep	€ 1.086
Divicon-verwarmingcircuitverdeling zonder mengklep	€ 589
Verdelerbalk voor 2 Divicons	€ 215
Vitocell 100-E, type SVW	€ 773
Expansievat 18l	€ 60
Premie voor Vitocaldens in renovatie	-€ 373

Totale kostprijs van de installatie: € 15.245

Jaarlijks verbruik van de installatie

Het jaarlijks verbruik van de Vitocaldens wordt bepaald door het Excel programma.

Het jaarlijks verbruik voor CV: € 1.334,65

**3.1.3. Vergelijking**

Kostprijs:

- Vitodens 222-F	€ 5.991
- Vitocaldens 222-F	<u>€ 15.245</u>
	<b>€ 9.254</b>

De Vitocaldens installatie is € 9.254 duurder als de installatie met een Vitodens 222-F

Jaarlijks verbruik:

- Vitodens 222-F	€ 1.731,50
- Vitocaldens 222-F	<u>€ 1.334,65</u>
	<b>€ 396,85</b>

Toekomstig jaarlijks verbruik in 2020

- Vitodens 222-F	€ 2.429,00
- Vitocaldens 222-F	<u>€ 1.832,74</u>
	<b>€ 596,26</b>

Bij de analyse van deze waarden kunnen we zien dat de Vitocaldens veel voordeliger is in verbruik dan de Vitodens 222-F, namelijk 22,9%. Op 15 jaar heeft de gebruiker met een Vitocaldens € 10.140 voordeliger verwarmd dan met een Vitodens 222-F.

De meerwaarde van de Vitocaldens ten opzichte van de Vitodens 222-F is 9.254 €. Dit betekent dat de meerkost zich op 14,4 jaar heeft terugverdiend. En dit enkel met het huis te verwarmen. In deze woning is er 30146 kWh aan warmte nodig voor het huis te verwarmen.

En zoals eerder al vermeld is er ongeveer 3800kWh warmte nodig voor het sanitair verbruik. Dit betekent dat 11,2% van de totale warmtebehoefte voor sanitair warm water wordt gebruikt.

Bij de Vitodens zal er altijd gebruik worden gemaakt van aardgas terwijl de Vitocaldens in de zomer zeer voordelig sanitair warm water kan voorzien. Hier is dus ook nog een grote besparing mogelijk. Dit is natuurlijk zeer gebruikers afhankelijk en zal daarom niet verder uitgewerkt worden.

### 3.1.4. Besluit

De Vitocaldens is in deze situatie een goede keuze. De aankoopprijs is weliswaar duurder maar zal op termijn zich terugbetalen. Afhankelijk van het sanitair warm water gebruik is het mogelijk dat de Vitocaldens zich sneller terugbetaalt. Conservatief kan men zeggen dat de installatie op 14,5 jaar zeker is terugverdiend.

	Vitodens 222-F	Vitocaldens 222-F
Voordelen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 9.254 € goedkoper in aankoopprijs</li> <li>- Simpele installatie dankzij opbouwkit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jaarlijks verbruik is veel goedkoper</li> <li>- Meerkost op 14,5 jaar terugverdiend</li> <li>- Goedkope energie in de zomer</li> <li>-Smart Grid Ready</li> </ul>
Nadelen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jaarlijks verbruik is veel duurder</li> <li>- Geen goedkoper energie in de zomer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 9.254 € duurder in aankoopprijs</li> </ul>

## 3.2.Situatie 2 - Woning met 15 kW warmteverliezen: Stookolieketel of Vitocaldens op propaan

### 3.2.1. Situatieschets

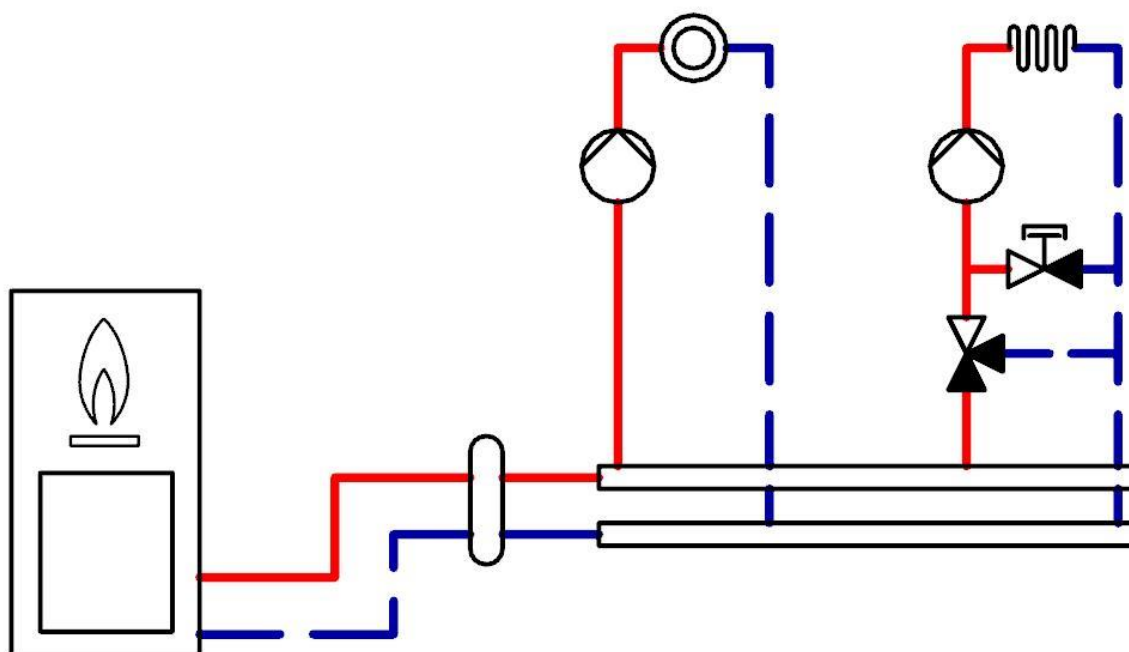
In deze situatie wordt een woning met een warmteverlies van 15 kW bij -8°C buitentemperatuur geanalyseerd. Het afgiftesysteem van de woning bestaat uit een gedeelte vloerverwarming en een gedeelte radiatoren. Omdat deze vroeger meestal werden overgedimensioneerd kunnen we een 60/40 regime toepassen bij buitentemperatuur -8°C en nog steeds voldoende warmteafgifte voorzien. De te vergelijken toestellen zijn de Vitocaldens 222-F en een Vitoladens 333-F. De gebruiker heeft geen gasaansluiting dus zal de Vitocaldens worden omgebouwd naar propaan.

### 3.2.2. Te vergelijken toestellen

#### 3.2.2.1. Vitoladens 333-F

##### Het toestel

Het gekozen toestel is een condenserende twee-traps Stookolieketel met een interne sanitair warm water boiler. In het onderstaande schema is een evenwichtfles geplaatst. Deze zorgt ervoor dat de ketel en de verbruikers hydraulisch ontkoppelt zijn van mekaar. Dit is nodig voor een goede werking te garanderen en ervoor te zorgen dat de ketel niet pendelt.



##### Kostprijs van de installatie:

Component	Kostprijs
Vitoladens 333-F 19.3 kW	€ 7.460
Aansluitset voor opbouwinstallatie naar boven	€ 203
Divicon-verwarmingscircuitverdeling met mengklep	€ 1.086
Divicon-verwarmingscircuitverdeling zonder mengklep	€ 589
Verdelerbalk voor 2 Divicons	€ 215
Evenwichtsfles	€ 221
Indienstelling ketel op olie	€ 196

Totale kostprijs van de installatie: € 9.970

### Jaarlijks verbruik van de installatie

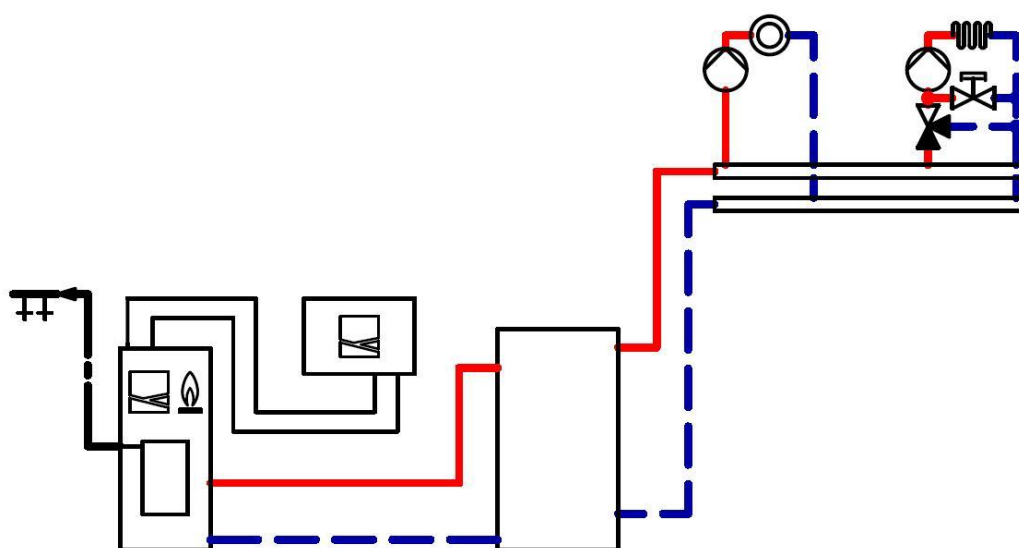
Het jaarlijks verbruik van de Vitocaldens wordt bepaald door het Excel programma.

Het jaarlijks verbruik voor CV: € 2.467,23

### 3.2.2.2. Vitocaldens 222-F op propaan

#### Het toestel

Het gekozen type is de Vitocaldens 222-F HAWB 222.A29. Er is voor een 400V type geselecteerd. Deze heeft namelijk betere COP's en grotere vermogens dan zijn monofasige tegenhanger. Het is dus zeker de moeite waard om bij renovatie een aanvraag te doen voor een driefasen aansluiting. Het toestel heeft net zoals het voorgaande een interne sanitair warmwater boiler. In het onderstaande schema is ook een buffervat verwerkt. Hierdoor kan de warmtepomp wanneer het overdag warmer is energie opslaan. Dan hoeft de warmtepomp tijdens de koudere nacht minder energie op te wekken aan een lagere COP dan overdag. Het buffervat zorgt er ook voor dat de verbruikers en de ketel hydraulisch gescheiden zijn. Omdat de gebruiker geen gasaansluiting heeft wordt de Vitocaldens omgebouwd naar propaan.



#### Kostprijs van de installatie

Component	Kostprijs
<b>Vitocaldens 222-F HAWB 222.A29</b>	€ 11.833
<b>Indienststelling Vitocaldens</b>	€ 480
<b>Aansluitset opbouwmontage naar boven</b>	€ 226
<b>Rookgassysteem:</b>	€ 356
-Coaxiaal 2m 3x	3x € 76
-Concentrische dakdoorvoer	€ 84
-Toebehoren	€ 44
<b>Divicon-verwarmingcircuitverdeling met mengklep</b>	€ 1.086
<b>Divicon-verwarmingcircuitverdeling zonder mengklep</b>	€ 589
<b>Verdelerbalk voor 2 Divicons</b>	€ 215
<b>Vitocell 100-E, type SVW</b>	€ 773
<b>Ombouw naar propaan</b>	€ 147
<b>Expansievat 18l</b>	€ 60
<b>Premie voor Vitocaldens in renovatie</b>	-€ 373

Totale kostprijs van de installatie: € 15.392

### Jaarlijks verbruik van de installatie

Het jaarlijks verbruik van de Vitocaldens wordt bepaald door het Excel programma.

Het jaarlijks verbruik voor CV: € 1.497,51

### 3.2.3. Vergelijking

Kostprijs:

- Vitoladens 333-F	€ 9.970
- Vitocaldens 222-F	<u>€ 15.392</u>
	€ 5.422

De Vitocaldens installatie is € 5.422 duurder als de installatie met een Vitoladens 333-F

Jaarlijks verbruik:

- Vitoladens 333-F	€ 2.467,23
- Vitocaldens 222-F	<u>€ 1.472,54</u>
	€ 994,69

Toekomstig jaarlijks verbruik in 2020

- Vitoladens 333-F	€ 3,955,71
- Vitocaldens 222-F	<u>€ 1.997,28</u>
	€ 1.958,43

Bij de analyse van deze waarden kunnen we zien dat de Vitocaldens veel voordeliger is in verbruik dan de Vitoladens 333-F, namelijk 40,3%. Op 15 jaar heeft de gebruiker met een Vitocaldens € 35.185 voordeliger verwarmd dan met een Vitoladens 333-F.

De meerwaarde van de Vitocaldens ten opzichte van de Vitoladens 333-F is 5.422€. Dit betekent dat de meerkost zich op 4,2 jaar heeft terugverdiend. En dit enkel met het huis te verwarmen. In deze woning is er 30146 kWh aan warmte nodig voor het huis te verwarmen.

En zoals eerder al vermeld is er ongeveer 3800kWh warmte nodig voor het sanitair verbruik. Dit betekent dat 11,2% van de totale warmtebehoefte voor sanitair warm water wordt gebruikt.

Bij de Vitodens zal er altijd gebruik worden gemaakt van aardgas terwijl de Vitocaldens in de zomer zeer voordelig sanitair warm water kan voorzien. Hier is dus ook nog een grote besparing mogelijk. Dit is natuurlijk zeer gebruikers afhankelijk en zal daarom niet verder uitgewerkt worden.



### Bijkomende vergelijking met goedkoper type Vitocaldens (A26/230V)

De mogelijkheid is er ook om een goedkoper type Vitocaldens te plaatsen. Hierdoor wordt het prijsverschil tussen de installaties kleiner. Het jaarlijks verbruik is dan wel hoger omwille van het feit dat het duurdere type hogere COP's en hogere vermogens haalt.

Hieronder volgt een analyse wanneer er gekozen wordt voor een Vitocaldens 222-F A26/230V.

#### Kostprijs:

- Vitoladens 333-F	€ 9.970	
- Vitocaldens 222-F A26/230V	<u>€ 13.492</u>	( Dit type Vitocaldens is € 2.213 goedkoper)
	<b>€ 3.522</b>	

De Vitocaldens installatie is € 3.522 duurder als de installatie met een Vitoladens 333-F

#### Jaarlijks verbruik:

- Vitoladens 333-F	€ 2.467,23
- Vitocaldens 222-F	<u>€ 1.697,07</u>
	<b>€ 770,16</b>

#### Toekomstig jaarlijks verbruik in 2020

- Vitoladens 333-F	€ 3,955,71
- Vitocaldens 222-F	<u>€ 2.316,07</u>
	<b>€ 1.639,63</b>

Bij de analyse van deze waarden kunnen we zien dat de Vitocaldens veel voordeliger is in verbruik dan de Vitoladens 333-F, namelijk 31,2 %. Op 15 jaar heeft de gebruiker met een Vitocaldens € 29.811 voordeliger verwarmd dan met een Vitoladens 333-F.

De meerwaarde van de Vitocaldens ten opzichte van de Vitoladens 333-F is 3.560€. Dit betekent dat de meerkost zich op 3,6 jaar heeft terugverdiend. En dit enkel met het huis te verwarmen. In deze woning is er 30146 kWh aan warmte nodig voor het huis te verwarmen.

En zoals eerder al vermeld is er ongeveer 3800kWh warmte nodig voor het sanitair verbruik. Dit betekent dat 11,2% van de totale warmtebehoefte voor sanitair warm water wordt gebruikt.

Bij de Vitodens zal er altijd gebruik worden gemaakt van aardgas terwijl de Vitocaldens in de zomer zeer voordelig sanitair warm water kan voorzien. Hier is dus ook nog een grote besparing mogelijk. Dit is natuurlijk zeer gebruikers afhankelijk en zal daarom niet verder uitgewerkt worden.

### 3.2.4. Besluit

De Vitocaldens is in deze situatie een zeer goede keuze. De aankoop prijs is weliswaar duurder maar zal op korte termijn zich terugbetalen. Afhankelijk van het sanitair warm water gebruik is het mogelijk dat de Vitocaldens zich zelfs nog sneller terugbetaalt. Conservatief kan men zeggen dat de installatie op 4,5 jaar zeker is terugverdiend.

	Vitoladens 333-F	Vitocaldens 222-F op propaan
<b>Voordelen</b>	- 5.422 € goedkoper in aankoop prijs	- Jaarlijks verbruik is veel goedkoper - Meerkost op 4,5 jaar terugverdiend - Goedkope energie in de zomer - Smart Grid Ready
<b>Nadelen</b>	- Jaarlijks verbruik is veel duurder - Geen goedkope energie in de zomer	- 5.422 € duurder in aankoop prijs

#### Bijkomende vergelijking met goedkope type Vitocaldens (A26/230V)

De Vitocaldens is in deze situatie een zeer goede keuze. De aankoop prijs is weliswaar duurder maar zal op korte termijn zich terugbetalen. Afhankelijk van het sanitair warm water gebruik is het mogelijk dat de Vitocaldens zich zelfs nog sneller terugbetaalt. Conservatief kan men zeggen dat de installatie op 3,5 jaar zeker is terugverdiend.

	Vitoladens 333-F	Vitocaldens 222-F op propaan
<b>Voordelen</b>	- 3.522 € goedkoper in aankoop prijs	- Jaarlijks verbruik is veel goedkoper - Meerkost op 3,5 jaar terugverdiend - Goedkope energie in de zomer - Geen 3 faseaansluiting nodig - Smart Grid Ready
<b>Nadelen</b>	- Jaarlijks verbruik is veel duurder - Geen goedkope energie in de zomer	- 3.522 € duurder in aankoop prijs

### 3.3.Situatie 3 - Woning met 15 kW warmteverliezen: WP of Vitocaldens

#### 3.3.1. Situatieschets

In deze situatie wordt een woning met een warmteverlies van 15 kW bij -8°C buitentemperatuur geanalyseerd. Het afgiftesysteem van de woning bestaat uit een gedeelte vloerverwarming en een gedeelte radiatoren. Omdat deze vroeger meestal werden overgedimensioneerd kunnen we een 60/40 regime toepassen bij buitentemperatuur -8°C en nog steeds voldoende warmteafgifte voorzien. De te vergelijken toestellen zijn de Vitocaldens 222-F en een Vitocal 300-G.

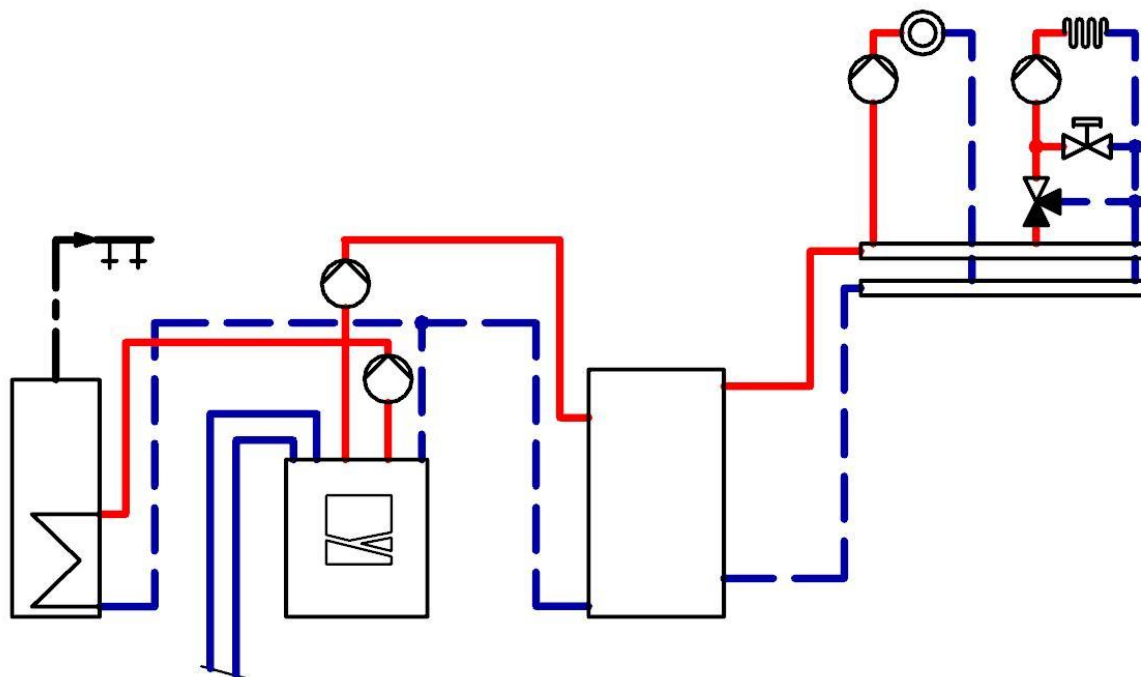
#### 3.3.2. Te vergelijken toestellen

##### 3.3.2.1. Vitocal 300-G

Het toestel

12.9 kW OW/35W

Dit toestel is een niet modulerende warmtepomp. Deze haalt zijn warmte uit de grond door een grondboring, een captatienet of een ijsbuffervat. In het onderstaande schema is naast een boiler voor het sanitair warm water ook een buffervat nodig. Deze is nodig voor het pendelen van de warmtepomp tegen te gaan.



Kostprijs van de installatie:

Component	Kostprijs
Vitocal 300-G BWC 301.A13	€ 8.752
Indienststelling monobloc warmtepomp	€ 310
Drukbeveiliging	€ 185
Vitocell 100-V type CVW 390I	€ 2.178
Boring	€ 8000
Verwarmingswater-doorstromer (9 kW)	€ 570
Aardwarmte-toebehorenpakket tot 13,0 kW	€ 1.009
Vitocell 100-E type svw 200I	€ 773
Divicon-verwarmingscircuitverdeling met	€ 1.086

<b>mengklep</b>	
<b>Divicon-verwarmingcircuitverdeling zonder mengklep</b>	€ 589
<b>Verdelerbalk voor 2 Divicons</b>	€ 215
<b>Hoogefficiënte circulatiepomp 2x</b>	2x € 448

Totale kostprijs van de installatie: € 24.563

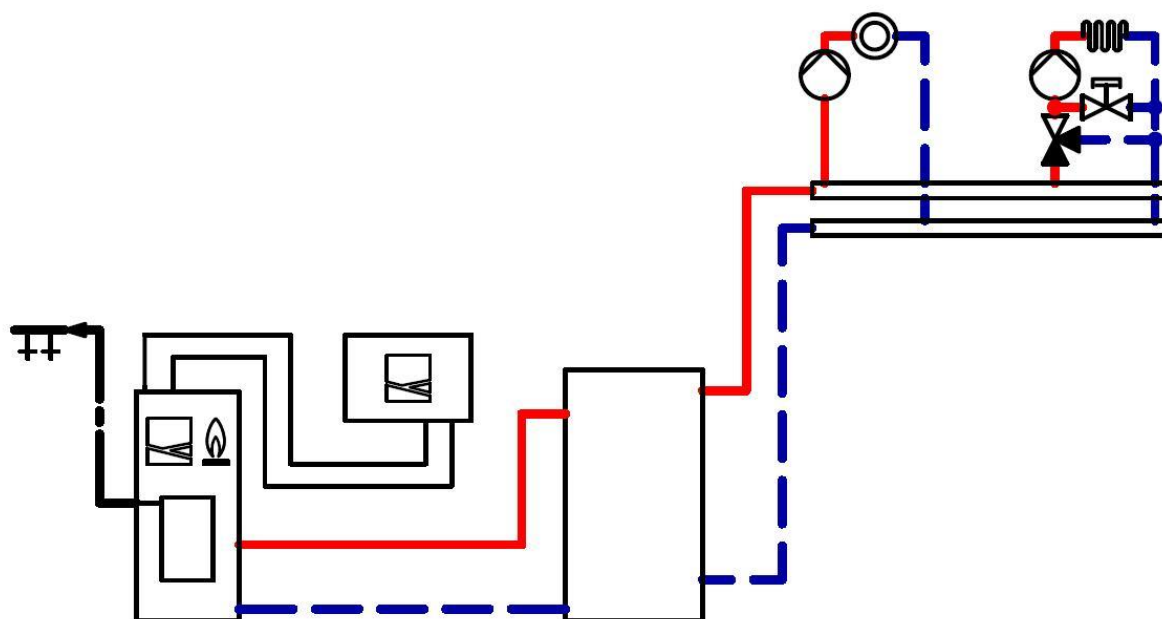
#### Jaarlijks verbruik van de installatie

Het jaarlijks verbruik van de Vitocal 300-G wordt bepaald door het Excel programma samen met een SPF –factor bepaald door Jaz Rechner. SPF: 4,5  
 Het jaarlijks verbruik voor CV: € 1.220,91

### 3.3.2.2. Vitocaldens 222-F

#### Het toestel

Het gekozen type is de Vitocaldens 222-F HAWB 222.A29. Er is voor een 400V type geselecteerd. Deze heeft namelijk betere COP's en grotere vermogens dan zijn monofasige tegenhanger. Het is dus zeker de moeite waard om bij renovatie een aanvraag te doen voor een driefasen aansluiting. Het toestel heeft een interne sanitair warmwater boiler. In het onderstaande schema is ook een buffervat verwerkt. Hierdoor kan de warmtepomp wanneer het overdag warmer is energie opslaan. Dan hoeft de warmtepomp tijdens de koudere nacht minder energie op te wekken aan een lagere COP dan overdag. Het buffervat zorgt er ook voor dat de verbruikers en de ketel hydraulisch gescheiden zijn.



#### Kostprijs van de installatie

Component	Kostprijs
<b>Vitocaldens 222-F HAWB 222.A29</b>	€ 11.833
<b>Indienststelling Vitocaldens</b>	€ 480
<b>Aansluitset opbouwmontage naar boven</b>	€ 226
<b>Rookgasstelsel:</b>	€ 356
-Coaxiaal 2m 3x	3x € 76
-Concentrische dakdoorvoer	€ 84
-Toebehoren	€ 44

<b>Divicon-verwarmingscircuitverdeling met mengklep</b>	€ 1.086
<b>Divicon-verwarmingscircuitverdeling zonder mengklep</b>	€ 589
<b>Verdelerbalk voor 2 Divicons</b>	€ 215
<b>Vitocell 100-E, type SVW</b>	€ 773
<b>Expansievat 18l</b>	€ 60
<b>Premie Vitocaldens bij renovatie</b>	-€ 373

Totale kostprijs van de installatie: € 15.245

#### Jaarlijks verbruik van de installatie

Het jaarlijks verbruik van de Vitocaldens wordt bepaald door het Excel programma.

Het jaarlijks verbruik voor CV: € 1.334,65

### 3.3.3. Vergelijking

Kostprijs:

- Vitocal 300-G	€ 24.563
- Vitocaldens 222-F	<u>€ 15.245</u>
	<b>€ 9.318</b>

De Vitocaldens installatie is € 9.318 goedkoper als de installatie met een Vitocal 300-G

Jaarlijks verbruik:

- Vitocal 300-G	€ 1.220,91
- Vitocaldens 222-F	<u>€ 1.334,65</u>
	<b>€ 113,74</b>

Toekomstig jaarlijks verbruik in 2020

- Vitocal 300-G	€ 1649,93
- Vitocaldens 222-F	<u>€ 1.832,74</u>
	<b>€ 182,81</b>

Bij de analyse van deze waarden kunnen we zien dat de Vitocaldens minder voordelig is in verbruik dan de Vitocal 300-G, namelijk 9,3 %. Op 15 jaar heeft de gebruiker met een Vitocal 300-G € .156 voordeliger verwarmd dan met een Vitocaldens 222-F.

De meerwaarde van de Vitocal 300-G ten opzichte van de Vitocaldens is 9.318€. Dit betekent dat de meerkost zich op 15 jaar nog steeds niet is terugverdiend.

In deze woning is er 30146 kWh aan warmte nodig voor het huis te verwarmen.

En zoals eerder al vermeld is er ongeveer 3800kWh warmte nodig voor het sanitair verbruik. Dit betekent dat 11,2% van de totale warmtebehoefte voor sanitair warm water wordt gebruikt.

Het verschil hierin in is moeilijk te bepalen maar zal niet ver uiteen liggen en zal dus weinig impact hebben.

### 3.3.4. Besluit

De Vitocaldens is in deze situatie geen slecht keuze. De aankoop prijs is veel goedkoper maar het verbruik ligt dan wel weer hoger. Er zijn ook enkele voordelen bij de Vitocal 300-G zoals Natural Cooling die niet mogelijk zijn met de Vitocaldens.

Uiteindelijk zal de eindgebruiker de meerkost van een Vitocal 300-G er nooit uithalen.

	Vitocal 300-G	Vitocaldens 222-F
Voordelen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jaarlijks verbruik is goedkoper</li> <li>- Mogelijkheid tot Natural Cooling</li> <li>-Smart Grid Ready</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- € 9.005 goedkoper in aankoop prijs</li> <li>-Smart Grid Ready</li> </ul>
Nadelen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- € 9.005 duurder in aankoop prijs</li> <li>- Meerkost verdient zich niet terug</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jaarlijks verbruik is duurder</li> </ul>

## 4. Renovatie - Enkel vloerverwarming of combinatie met laag temperatuur radiatoren 45/35

### 4.1. Situatie 1 - Woning met 15 kW warmteverliezen: Gasketel of Vitocaldens

#### 4.1.1. Situatieschets

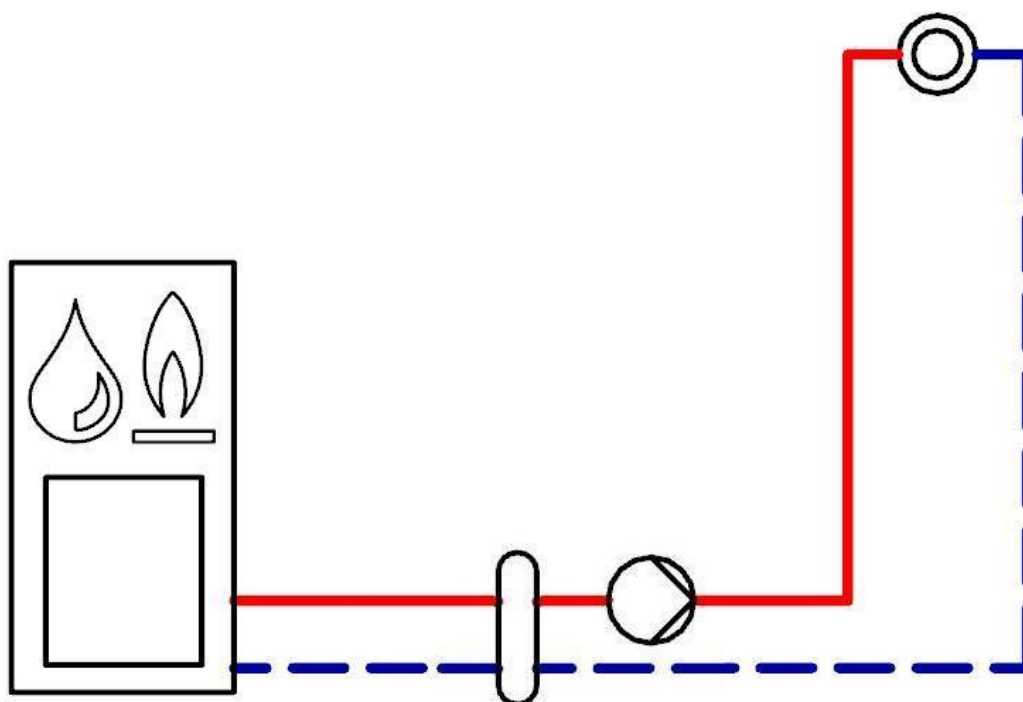
In deze situatie wordt een woning met een warmteverlies van 15 kW bij  $-8^{\circ}\text{C}$  buitentemperatuur geanalyseerd. Het afgiftesysteem van de woning is grondig gerenoveerd en bestaat uit volledig uit vloerverwarming of gecombineerd met laag temperatuur radiatoren. Door deze grondige renovatie kan er dus ook een lager regime gebruikt worden namelijk 45/35. De te vergelijken toestellen zijn de Vitocaldens 222-F en een Vitodens 222-F.

#### 4.1.2. Te vergelijken toestellen

##### 4.1.2.1. Vitodens 222-F

###### Het toestel

Het gekozen toestel is een modulerende gasketel. De unit is ook voorzien van een interne sanitair warm waterboiler. Dankzij de grondige renovatie is er maar één kring om aan te sturen.



Kostprijs van de installatie:

Component	Kostprijs
Vitodens 222-F 19kW weersafhankelijk	€ 3.613
Aansluitset voor opbouwinstallatie naar boven	€ 250
Indienststelling aardgas	€ 158
Rookgassysteem:	€ 356
-Coaxiaal 2m 3x	3x € 76
-Concentrische dakdoorvoer	€ 84
-Toebehoren	€ 44
Evenwichtfles +Temperatuursonde	€ 300
Hoogefficiënte circulatiepomp	€ 448

Totale kostprijs van de installatie: 5.125

Jaarlijks verbruik van de installatie

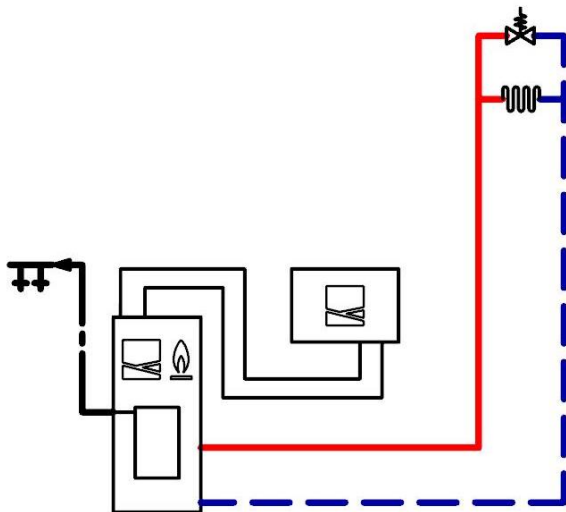
Het jaarlijks verbruik van de Vitodens wordt bepaald door het Excel programma.

Het jaarlijks verbruik voor CV: € 1.731,50

#### 4.1.2.2. Vitocaldens 222-F

Het toestel

Het gekozen type is de Vitocaldens 222-F HAWB 222.A29. Er is voor een 400V type geselecteerd. Deze heeft namelijk betere COP's en grotere vermogens dan zijn monofasige tegenhanger. Het is dus zeker de moeite waard om bij renovatie een aanvraag te doen voor een driefasen aansluiting. Het toestel heeft net zoals het voorgaande een interne sanitair warmwater boiler. Er wordt hier gekozen voor een relatief eenvoudige installatie.





### Kostprijs van de installatie

Component	Kostprijs
<b>Vitocaldens 222-F HAWB 222.A29</b>	€ 11.833
<b>Indienststelling Vitocaldens</b>	€ 480
<b>Rookgassysteem:</b>	<u>€ 356</u>
-Coaxiaal 2m 3x	3x € 76
-Concentrische dakdoorvoer	€ 84
-Toebehoren	€ 44
<b>Aansluitset opbouwmontage naar boven</b>	€ 226
<b>Expansievat 18l</b>	€ 60
<b>Premie Vitocaldens bij renovatie</b>	-€ 373

Totale kostprijs van de installatie: € 12.582

### Jaarlijks verbruik van de installatie

Het jaarlijks verbruik van de Vitocaldens wordt bepaald door het Excel programma.

Het jaarlijks verbruik voor CV: € 1.203,28

#### **4.1.3. Vergelijking**

Kostprijs:

- Vitodens 222-F € 5.125
- Vitocaldens 222-F € 12.582
- € 7.457

De Vitocaldens installatie is € 7.457 duurder als de installatie met een Vitodens 222-F

Jaarlijks verbruik:

- Vitodens 222-F € 1.731,50
- Vitocaldens 222-F € 1.203,28
- € 528,22

Toekomstig jaarlijks verbruik in 2020

- Vitodens 222-F € 2.429,00
- Vitocaldens 222-F € 1.633,82
- € 795,18

Bij de analyse van deze waarden kunnen we zien dat de Vitocaldens veel voordeliger is in verbruik dan de Vitodens 222-F, namelijk 30,5 %. Op 15 jaar heeft de gebruiker met een Vitocaldens € 13.530 voordeliger verwarmd dan met een Vitodens 222-F.

De meerwaarde van de Vitocaldens ten opzichte van de Vitodens 222-F is 7.457 €. Dit betekent dat de meerkost zich op 10 jaar heeft terugverdiend. En dit enkel met het huis te verwarmen. In deze woning is er 30146 kWh aan warmte nodig voor het huis te verwarmen.

En zoals eerder al vermeld is er ongeveer 3800kWh warmte nodig voor het sanitair verbruik. Dit betekent dat 11,2% van de totale warmtebehoefte voor sanitair warm water wordt gebruikt. Bij de Vitodens zal er altijd gebruik worden gemaakt van aardgas terwijl de Vitocaldens in de zomer zeer voordelig sanitair warm water kan voorzien. Hier is dus ook nog een grote besparing mogelijk. Dit is natuurlijk zeer gebruikers afhankelijk en zal daarom niet verder uitgewerkt worden.

### Bijkomende vergelijking met goedkoper type Vitocaldens (A26/230V)

De mogelijkheid is er ook om een goedkoper type Vitocaldens te plaatsen. Hierdoor wordt het prijsverschil tussen de installaties kleiner. Het jaarlijks verbruik is dan wel hoger omwille van het feit dat het duurdere type hogere COP's en hogere vermogens haalt.

Hieronder volgt een analyse wanneer er gekozen wordt voor een Vitocaldens 222-F A26/230V.

#### Kostprijs:

- Vitodens 222-F	€ 5.125
- Vitocaldens 222-F A26/230V	<u>€ 10.682</u>
	€ 5.557

De Vitocaldens installatie is € 5.557 duurder als de installatie met een Vitodens 222-F

#### Jaarlijks verbruik:

- Vitodens 222-F	€ 1.731,50
- Vitocaldens 222-F	<u>€ 1.358,44</u>
	€ 373,05

#### Toekomstig jaarlijks verbruik in 2020

- Vitodens 222-F	€ 2.429,00
- Vitocaldens 222-F	<u>€ 1.859,36</u>
	€ 569,64

Bij de analyse van deze waarden kunnen we zien dat de Vitocaldens veel voordeliger is in verbruik dan de Vitodens 222-F, namelijk 21,5 %. Op 15 jaar heeft de gebruiker met een Vitocaldens € 9.724 voordeliger verwarmd dan met een Vitodens 222-F.

De meerwaarde van de Vitocaldens ten opzichte van de Vitodens 222-F is 5.557 €. Dit betekent dat de meerkost zich op 10,3 jaar heeft terugverdiend. En dit enkel met het huis te verwarmen. In deze woning is er 30146 kWh aan warmte nodig voor het huis te verwarmen.

En zoals eerder al vermeld is er ongeveer 3800kWh warmte nodig voor het sanitair verbruik. Dit betekent dat 11,2% van de totale warmtebehoefte voor sanitair warm water wordt gebruikt.

Bij de Vitodens zal er altijd gebruik worden gemaakt van aardgas terwijl de Vitocaldens in de zomer zeer voordelig sanitair warm water kan voorzien. Hier is dus ook nog een grote besparing mogelijk. Dit is natuurlijk zeer gebruikers afhankelijk en zal daarom niet verder uitgewerkt worden.

#### 4.1.4. Besluit

De Vitocaldens is in deze situatie een zeer goede keuze. De aankoopprijs is weliswaar duurder maar zal op korte termijn zich terugbetalen. Afhankelijk van het sanitair warm water gebruik is het mogelijk dat de Vitocaldens zich zelfs nog sneller terugbetaalt. Conservatief kan men zeggen dat de installatie op 10 jaar zeker is terugverdiend.

	Vitodens 222-F	Vitocaldens 222-F
<b>Voordelen</b>	- 7.457 € goedkoper in aankoopprijs	- Jaarlijks verbruik is veel goedkoper - Meerkost op 10 jaar terugverdiend - Goedkope energie in de zomer -Smart Grid Ready
<b>Nadelen</b>	- Jaarlijks verbruik is veel duurder - Geen goedkoper energie in de zomer	- 7.457 € duurder in aankoopprijs

#### Bijkomende vergelijking met goedkoper type Vitocaldens (A26/230V)

De Vitocaldens is ook in deze situatie een zeer goede keuze. De aankoopprijs is weliswaar duurder maar zal op korte termijn zich terugbetalen. Afhankelijk van het sanitair warm water gebruik is het mogelijk dat de Vitocaldens zich zelfs nog sneller terugbetaalt. Conservatief kan men zeggen dat de installatie op 10,5 jaar zeker is terugverdiend.

	Vitodens 222-F	Vitocaldens 222-F A26/260V
<b>Voordelen</b>	- 5.557 € goedkoper in aankoopprijs	- Jaarlijks verbruik is veel goedkoper - Meerkost op 10,5 jaar terugverdiend - Goedkope energie in de zomer - Geen 3faseaansluiting nodig -Smart Grid Ready
<b>Nadelen</b>	- Jaarlijks verbruik is veel duurder - Geen goedkoper energie in de zomer	- 5.557 € duurder in aankoopprijs

## 4.2.Situatie 2 - Woning met 15 kW warmteverliezen: Stookolieketel of Vitocaldens op propaan

### 4.2.1. Situatieschets

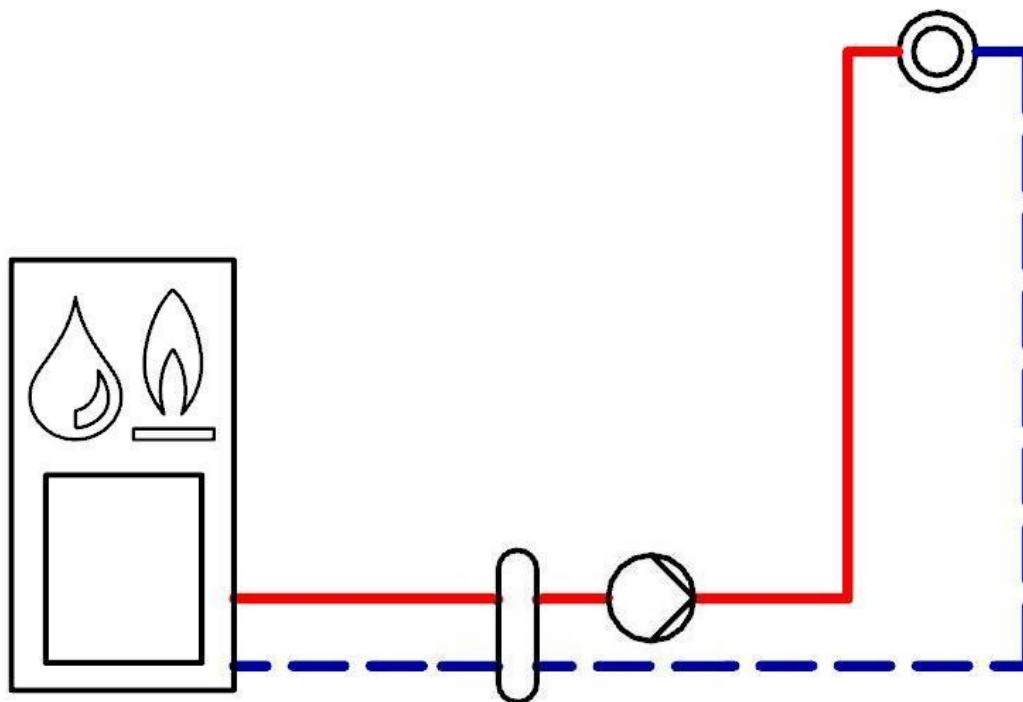
In deze situatie wordt een woning met een warmteverlies van 15 kW bij  $-8^{\circ}\text{C}$  buitentemperatuur geanalyseerd. Het afgiftesysteem van de woning is grondig gerenoveerd en bestaat uit volledig uit vloerverwarming of gecombineerd met laag temperatuur radiatoren. Door deze grondige renovatie kan er dus ook een lager regime gebruikt worden namelijk 45/35. De te vergelijken toestellen zijn de Vitocaldens 222-F en een Vitoladens 333-F. De gebruiker heeft geen gasaansluiting dus zal de Vitocaldens worden omgebouwd naar propaan.

### 4.2.2. Te vergelijken toestellen

#### 4.2.2.1. Vitoladens 333-F

##### Het toestel

Het gekozen toestel is een condenserende twee-traps Stookolieketel met een interne sanitair warm water boiler. Door de grondige renovatie kan er met maar 1 kring gewerkt worden waardoor de kostprijs weer wat minder kan worden.



##### Kostprijs van de installatie:

Component	Kostprijs
<b>Vitoladens 333-F 19.3 kW</b>	€ 7.460
<b>Aansluitset voor opbouwinstallatie naar boven</b>	€ 203
<b>Indienstelling ketel op olie</b>	€ 196
<b>Evenwichtfles +Temperatuursonde</b>	€ 300
<b>Hoogefficiënte circulatiepomp</b>	€ 448

Totale kostprijs van de installatie: € 8.607

#### Jaarlijks verbruik van de installatie

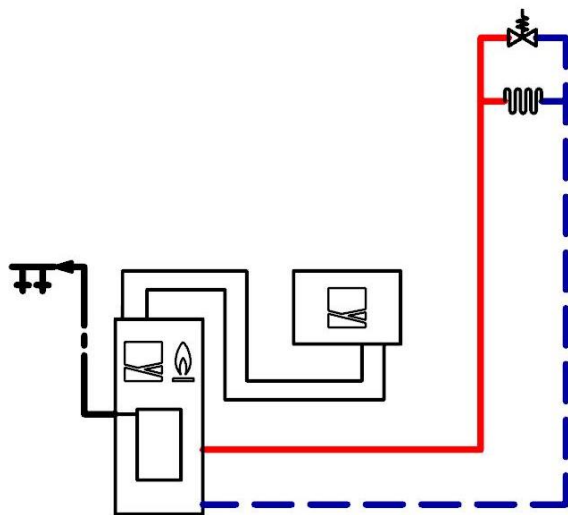
Het jaarlijks verbruik van de Vitocaldens wordt bepaald door het Excel programma.

Het jaarlijks verbruik voor CV: € 2.467,23

#### 4.2.2.2. Vitocaldens 222-F op propaan

##### Het toestel

Het gekozen type is de Vitocaldens 222-F HAWB 222.A29. Er is voor een 400V type geselecteerd. Deze heeft namelijk betere COP's en grotere vermogens dan zijn monofasige tegenhanger. Het is dus zeker de moeite waard om bij renovatie een aanvraag te doen voor een driefasen aansluiting. Het toestel heeft net zoals het voorgaande een interne sanitair warmwater boiler. Er wordt hier gekozen voor een relatief eenvoudige installatie.



##### Kostprijs van de installatie

Component	Kostprijs
<b>Vitocaldens 222-F HAWB 222.A29</b>	€ 11.833
<b>Indienststelling Vitocaldens</b>	€ 480
<b>Aansluitset opbouwmontage naar boven</b>	€ 226
<b>Rookgassysteem:</b>	<u>€ 356</u>
-Coaxiaal 2m 3x	3x € 76
-Concentrische dakdoorvoer	€ 84
-Toebehoren	€ 44
<b>Ombouw naar propaan</b>	€ 147
<b>Expansievat 18l</b>	€ 60
<b>Premie Vitocaldens bij renovatie</b>	-€ 373

Totale kostprijs van de installatie: € 12.729

#### Jaarlijks verbruik van de installatie

Het jaarlijks verbruik van de Vitocaldens wordt bepaald door het Excel programma.

Het jaarlijks verbruik voor CV: € 1.203,28

### 4.2.3. Vergelijking

Kostprijs:

- Vitoladens 333-F	€ 8.607
- Vitocaldens 222-F	<u>€ 12.729</u>
	€ 4.122

De Vitocaldens installatie is € 4.122 duurder als de installatie met een Vitoladens 333-F

Jaarlijks verbruik:

- Vitoladens 333-F	€ 2.467,23
- Vitocaldens 222-F	<u>€ 1.203,28</u>
	€ 1.263,95

Toekomstig jaarlijks verbruik in 2020

- Vitoladens 333-F	€ 3.955,71
- Vitocaldens 222-F	<u>€ 1.633,82</u>
	€ 2.321,89

Bij de analyse van deze waarden kunnen we zien dat de Vitocaldens veel voordeliger is in verbruik dan de Vitoladens 333-F, namelijk 51,2%. Op 15 jaar heeft de gebruiker met een Vitocaldens € 41.176 voordeliger verwarmd dan met een Vitoladens 333-F.

De meerwaarde van de Vitocaldens ten opzichte van de Vitoladens 333-F is 4.122 €. Dit betekent dat de meerkost zich op 2,8 jaar heeft terugverdiend. En dit enkel met het huis te verwarmen. In deze woning is er 30146 kWh aan warmte nodig voor het huis te verwarmen.

En zoals eerder al vermeld is er ongeveer 3800kWh warmte nodig voor het sanitair verbruik. Dit betekent dat 11,2% van de totale warmtebehoefte voor sanitair warm water wordt gebruikt.

Bij de Vitodens zal er altijd gebruik worden gemaakt van aardgas terwijl de Vitocaldens in de zomer zeer voordelig sanitair warm water kan voorzien. Hier is dus ook nog een grote besparing mogelijk. Dit is natuurlijk zeer gebruikers afhankelijk en zal daarom niet verder uitgewerkt worden.

### Bijkomende vergelijking met goedkoper type Vitocaldens (A26/230V)

De mogelijkheid is er ook om een goedkoper type Vitocaldens te plaatsen. Hierdoor wordt het prijsverschil tussen de installaties kleiner. Het jaarlijks verbruik is dan wel hoger omwille van het feit dat het duurdere type hogere COP's en hogere vermogens haalt.

Hieronder volgt een analyse wanneer er gekozen wordt voor een Vitocaldens 222-F A26/230V.

#### Kostprijs:

- Vitoladens 333-F	€ 8.607
- Vitocaldens 222-F	<u>€ 10.829</u>
	€ 2.222

De Vitocaldens installatie is € 2.222 duurder als de installatie met een Vitoladens 333-F

#### Jaarlijks verbruik:

- Vitoladens 333-F	€ 2.467,23
- Vitocaldens 222-F	<u>€ 1.358,44</u>
	€ 1.108,78

#### Toekomstig jaarlijks verbruik in 2020

- Vitoladens 333-F	€ 3.955,71
- Vitocaldens 222-F	<u>€ 1.859,36</u>
	€ 2.096,35

Bij de analyse van deze waarden kunnen we zien dat de Vitocaldens veel voordeliger is in verbruik dan de Vitoladens 333-F, namelijk 44,9%. Op 15 jaar heeft de gebruiker met een Vitocaldens € 37.370 voordeliger verwarmd dan met een Vitoladens 333-F.

De meerwaarde van de Vitocaldens ten opzichte van de Vitoladens 333-F is 2.222 €. Dit betekent dat de meerkost zich op 1,9 jaar heeft terugverdiend. En dit enkel met het huis te verwarmen. In deze woning is er 30146 kWh aan warmte nodig voor het huis te verwarmen.

En zoals eerder al vermeld is er ongeveer 3800kWh warmte nodig voor het sanitair verbruik. Dit betekent dat 11,2% van de totale warmtebehoefte voor sanitair warm water wordt gebruikt.

Bij de Vitodens zal er altijd gebruik worden gemaakt van aardgas terwijl de Vitocaldens in de zomer zeer voordelig sanitair warm water kan voorzien. Hier is dus ook nog een grote besparing mogelijk. Dit is natuurlijk zeer gebruikers afhankelijk en zal daarom niet verder uitgewerkt worden.

#### 4.2.4. Besluit

De Vitocaldens is in deze situatie een zeer goede keuze. De aankoop prijs is weliswaar duurder maar zal op korte termijn zich terugbetalen. Afhankelijk van het sanitair warm water gebruik is het mogelijk dat de Vitocaldens zich zelfs nog sneller terugbetaalt. Conservatief kan men zeggen dat de installatie op 3 jaar zeker is terugverdiend.

	Vitoladens 333-F	Vitocaldens 222-F op propaan
<b>Voordelen</b>	- 4.122 € goedkoper in aankoop prijs	- Jaarlijks verbruik is veel goedkoper - Meerkost op 2,8 jaar terugverdiend - Goedkope energie in de zomer - Smart Grid Ready
<b>Nadelen</b>	- Jaarlijks verbruik is veel duurder - Geen goedkope energie in de zomer	- 4.122 € duurder in aankoop prijs

#### Bijkomende vergelijking met goedkope type Vitocaldens (A26/230V)

De Vitocaldens is ook in deze situatie een zeer goede keuze. De aankoop prijs is weliswaar duurder maar zal op korte termijn zich terugbetalen. Afhankelijk van het sanitair warm water gebruik is het mogelijk dat de Vitocaldens zich zelfs nog sneller terugbetaalt. Conservatief kan men zeggen dat de installatie op 2 jaar zeker is terugverdiend.

	Vitoladens 333-F	Vitocaldens 222-F A26/260V op propaan
<b>Voordelen</b>	- 2.222 € goedkoper in aankoop prijs	- Jaarlijks verbruik is veel goedkoper - Meerkost op 1,9 jaar terugverdiend - Goedkope energie in de zomer - Geen 3faseaansluiting nodig - Smart Grid Ready
<b>Nadelen</b>	- Jaarlijks verbruik is veel duurder - Geen goedkope energie in de zomer	- 2.222 € duurder in aankoop prijs



### 4.3.Situatie 3 - Woning met 15 kW warmteverliezen: WP of Vitocaldens

#### 4.3.1. Situatieschets

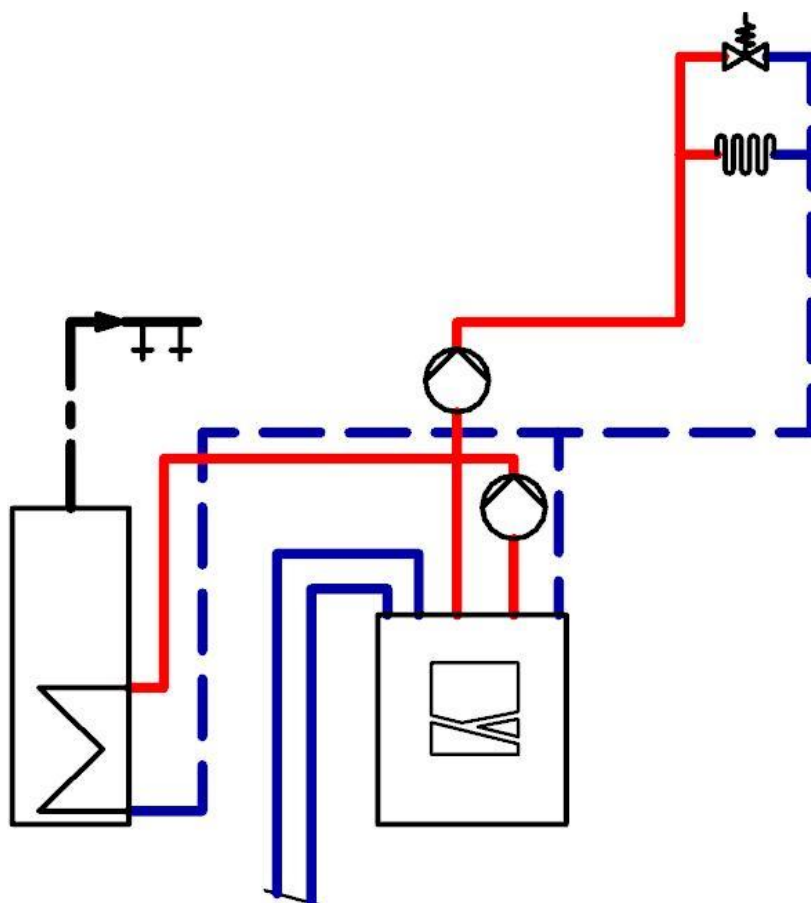
In deze situatie wordt een woning met een warmteverlies van 15 kW bij  $-8^{\circ}\text{C}$  buitentemperatuur geanalyseerd. Het afgiftesysteem van de woning is ook grondig gerenoveerd en bestaat nu uitsluitend uit vloerverwarming met een regime 45/35 bij buitentemperatuur  $-8^{\circ}\text{C}$ . De te vergelijken toestellen zijn de Vitocaldens 222-F en een Vitocal 300-G.

#### 4.3.2. Te vergelijken toestellen

##### 4.3.2.1. Vitocal 300-G

###### Het toestel

Dit toestel is een niet modulerende warmtepomp. Deze haalt zijn warmte uit de grond door een grondboring, een captatienet of een ijsbuffervat.



Kostprijs van de installatie:

Component	Kostprijs
<b>Vitocal 300-G BWC 301.A13</b>	€ 8.752
<b>Indienststelling monobloc warmtepomp</b>	€ 310
<b>Drukbeveiliging</b>	€ 185
<b>Vitocell 100-V type CVW 390I</b>	€ 2.178
<b>Boring</b>	€ 8000
<b>Verwarmingswater-doorstromer (9 kW)</b>	€ 570
<b>Aardwarmte-toebehorenpakket tot 13,0 kW</b>	€ 1.009
<b>Hoogefficiënte circulatiepomp 2x</b>	2x € 448

Totale kostprijs van de installatie: € 21.900

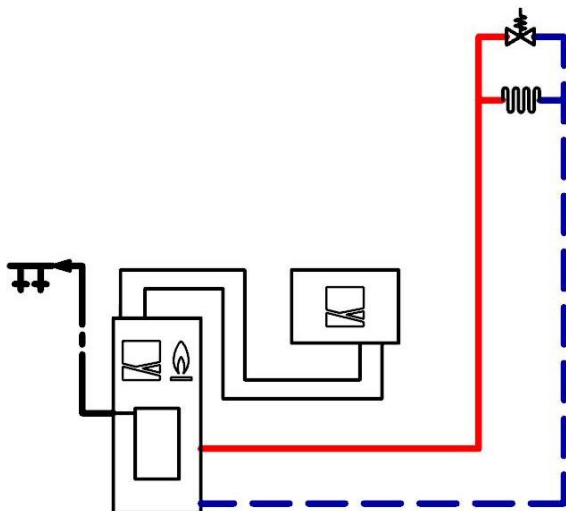
Jaarlijks verbruik van de installatie

Het jaarlijks verbruik van de Vitocal 300-G wordt bepaald door het Excel programma samen met een SPF –factor bepaald door Jaz Rechner. SPF: 4,8

Het jaarlijks verbruik voor CV: € 1.144,60

**4.3.2.2. Vitocaldens 222-F**Het toestel

Het gekozen type is de Vitocaldens 222-F HAWB 222.A29. Er is voor een 400V type geselecteerd. Deze heeft namelijk betere COP's en grotere vermogens dan zijn enkelfasige tegenhanger. Het is dus zeker de moeite waard om bij renovatie een aanvraag te doen voor een driefasen aansluiting. Het toestel heeft net zoals het voorgaande een interne sanitair warmwater boiler. Er wordt hier gekozen voor een relatief eenvoudige installatie.



Kostprijs van de installatie

Component	Kostprijs
<b>Vitocaldens 222-F HAWB 222.A29</b>	€ 11.833
<b>Indienststelling Vitocaldens</b>	€ 480
<b>Rookgassysteem:</b>	<u>€ 356</u>
-Coaxiaal 2m 3x	3x € 76
-Concentrische dakdoorvoer	€ 84
-Toebehoren	€ 44
<b>Aansluitset opbouwmontage naar boven</b>	€ 226
<b>Expansievat 18l</b>	€ 60
<b>Premie Vitocaldens bij renovatie</b>	-€ 373

Totale kostprijs van de installatie: € 12.582

Jaarlijks verbruik van de installatie

Het jaarlijks verbruik van de Vitocaldens wordt bepaald door het Excel programma.

Het jaarlijks verbruik voor CV: € 1.203,28

**4.3.3. Vergelijking**

Kostprijs:

- Vitocal 300-G	€ 21.900
- Vitocaldens 222-F	<u>€ 12.582</u>
	<b>€ 9.318</b>

De Vitocaldens installatie is € 9.318 goedkoper als de installatie met een Vitocal 300-G.

Jaarlijks verbruik:

- Vitocal 300-G	€ 1.144,60
- Vitocaldens 222-F	<u>€ 1.203,28</u>
	<b>€ 58,68</b>

Toekomstig jaarlijks verbruik in 2020

- Vitocal 300-G	€ 1.546,41
- Vitocaldens 222-F	<u>€ 1.633,82</u>
	<b>€ 87,01</b>

Bij de analyse van deze waarden kunnen we zien dat de Vitocaldens minder voordelig is in verbruik dan de Vitocal 300-G, namelijk 5,1%. Op 15 jaar heeft de gebruiker met een Vitocal 300-G € 1.475 voordeliger verwarmd dan met een Vitocaldens 222-F.

De meerwaarde van de Vitocal 300-G ten opzichte van de Vitocaldens is 9.005€. Dit betekent dat de meerkost zich op 15 jaar nog steeds niet is terugverdiend.

In deze woning is er 30146 kWh aan warmte nodig voor het huis te verwarmen.

En zoals eerder al vermeld is er ongeveer 3800kWh warmte nodig voor het sanitair verbruik. Dit betekent dat 11,2% van de totale warmtebehoefte voor sanitair warm water wordt gebruikt.

Het verschil hierin is moeilijk te bepalen maar zal niet ver uiteen liggen en zal dus weinig impact hebben.

#### 4.3.4. Besluit

De Vitocaldens is in deze situatie geen slecht keuze. De aankoop prijs is veel goedkoper maar het verbruik ligt dan wel weer hoger. Er zijn ook enkele voordelen bij de Vitocal 300-G zoals Natural Cooling die niet mogelijk zijn met de Vitocaldens.

Uiteindelijk zal de eindgebruiker de meerkost van een Vitocal 300-G er nooit uithalen.

	Vitocal 300-G	Vitocaldens 222-F
Voordelen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jaarlijks verbruik is goedkoper</li> <li>- Mogelijkheid tot Natural Cooling</li> <li>- Smart Grid Ready</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- € 9.318 goedkoper in aankoop prijs</li> <li>- Smart Grid Ready</li> </ul>
Nadelen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- € 9.318 duurder in aankoop prijs</li> <li>- Meerkost verdient zich niet terug</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jaarlijks verbruik is duurder</li> </ul>

