

Duurzame energietechniek

Toegepast in de bloembollensector

Afstudeerscriptie Werktuigbouwkunde
De Haagse Hogeschool afdeling Delft

Mitchell van der Meij

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR
Business Unit Bloembollen, Bomen & Fruit
Mei 2011

© 2011 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO.

Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Bloembollen, Bomen & Fruit

DLO is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Afstudeerscriptie Werktuigbouwkunde
De Haagse Hogeschool afdeling Delft

Mitchell van der Meij

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR
Business Unit Bloembollen, Bomen & Fruit

Adres : Prof. Van Slogterenweg 2,
: Postbus 85, 2160 AB Lisse
Tel. : +31 252 462121
Fax : +31 252 462100
E-mail : info.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Voorwoord

In dit rapport wordt een overzicht gegeven van duurzame energietechnieken die op bloembollenbedrijven toegepast kunnen worden. De volgende technieken zijn onderzocht: zonnepanelen, windenergie, zonnedak, warmtepomp, geothermie, warmtekrachtkoppeling en houtkachel. Indien bekend, zijn er energiecijfers uit praktijkvoorbeelden gegeven. Ik wil graag mijn begeleiders: A.C. Taal, S.A.M de Kool, Jeroen Wildschut en Kim van der Putten bedanken voor hun hulp. Zonder de medewerking van: Kreuk, Nic van Schagen & Zn. B.V., de Wit bloembollen B.V., Pronk tulpen B.V., Aquaflowers, Fa. Gerard de Waard en Amazone Amarylliss waren de interviews niet mogelijk geweest. Graag wil ik deze bedrijven hiervoor bedanken. Bij elke techniek zijn rekenvoorbeelden gegeven om te onderzoeken bij welke situatie een techniek wel of niet rendabel is. Bloembollenbedrijven kunnen snel zien of een techniek rendabel is, doordat de terugverdientijd en de totale besparingen berekend zijn.

Lisse, Mei 2011

Mitchell van der Meij

Inhoudsopgave

VOORWOORD	3
SAMENVATTING	7
1 INLEIDING	9
2 BEDRIJFSVOERINGEN	11
3 ZONNEPANELEN	13
3.1 Rendabiliteit	14
3.1.1 Rekenvoorbeelden	14
3.2 Conclusie	16
4 WINDENERGIE	17
4.1 Rendabiliteit	18
4.1.1 Break-even	18
4.1.2 Rekenvoorbeelden	18
4.2 Conclusie	19
5 ZONNEDAK	21
5.1 Zonnedak met luchtopslag	21
5.2 Zonnedak zonder luchtopslag	22
5.3 Rendabiliteit	22
5.3.1 Rekenvoorbeelden	23
5.4 Conclusie	23
6 WARMTEPOMP	25
6.1 Praktijkervaringen	26
6.2 Rendabiliteit	27
6.2.1 Berekeningen geïnterviewde bedrijven	28
6.3 Break-even	28
6.4 Conclusie	29
7 GEOTHERMIE	31
7.1 Kosten	31
7.2 Praktijkervaring	31
7.3 Rendabiliteit	32
7.4 Conclusie	32
8 WARMTEKRACHTKOPPELING	33
8.1 Praktijkervaringen	34
8.2 Eenvoudige berekening rendabiliteit	35
8.3 Simulink model	35
8.3.1 Werking van het model	37
8.4 Break-even	37
8.5 Conclusie	38

9	HOUTKACHEL	39
9.1	Praktijkervaringen	40
9.2	Eenvoudige berekening rendabiliteit	40
9.3	Break-even	41
9.4	Simulink model	41
9.4.1	Werking van het model	43
9.5	Conclusie	43
10	CONCLUSIES	45
10.1	Praktijkervaringen	45
10.2	Rendabiliteit energietechnieken	45
10.2.1	Telers	46
10.2.2	Broeiers	46
10.2.3	Teler/broeiers	47
10.2.4	Samengevat	47
11	AANBEVELINGEN	49
12	BRONNEN	51
12.1	Verwijzingen	51
12.2	Geïnterviewde bedrijven	51
12.3	Overigen	51

Samenvatting

Vroeger speelde de energieprijs geen rol van betekenis in de bloembollensector, de marktprijzen van de bollen en bloemen waren goed en de energiekosten waren laag. Sinds de laatste 10 jaar zit er steeds minder marge op de bollen en bloemen, terwijl de energiekosten hard stijgen. De energierekening van een bloembollenbedrijf is in deze tijd een hele grote kostenpost op de begroting. Door gebruik te maken van duurzame en energiezuinige technieken en systemen op een bloembollenbedrijf kunnen deze kosten naar beneden gebracht worden, alleen staan deze ontwikkelingen nog in de kinderschoenen bij bloembollenbedrijven.

Het onderzoek bestaat uit het analyseren en evalueren van nieuwe ontwikkelingen, op het gebied van duurzame energietechniek, die in gebruik zijn en die in gebruik kunnen worden genomen op bloembollenbedrijven.

Voor bedrijven, die vrij te besteden vermogen hebben en schuren hebben die zo staan dat het instralingspercentage tussen de 85-100% ligt, is het zeer interessant om zonnepanelen aan te schaffen.

Voor hele kleine windmolens is het niet nodig om een vergunning aan te vragen, maar voor grotere windmolens vanaf 2 kilowatt moet wel een vergunning aangevraagd worden. Een vergunningaanvraag voor een windmolen kan soms erg lastig zijn, omdat het horizonvervuiling gevonden wordt. Er zijn gemeentes in Nederland die geen vergunning afgeven. Voor bedrijven die meer stroom verbruiken dan de windmolen opwekt en zich op een plek bevinden waar de gemiddelde windsnelheid hoger dan 5.42 meter per seconde is, kan het interessant zijn om een windmolen te plaatsen.

Een zonnedak met of zonder luchtopslag verdient zich altijd terug, zelfs als de gasprijs gaat zakken. Een zonnedak is echter alleen toepasbaar bij nieuwbouw, omdat er bij bestaande bouw te veel veranderd moet worden.

Een warmtepomp kan worden toegepast in een bloembollenbedrijf. De techniek is goed, alleen moet de aansturing voor de warmtepomp nog verbeterd worden, zodat de opstartproblemen kleiner worden. Financieel is de warmtepomp met de huidige energie prijzen zonder subsidie rendabel, de terugverdientijd is wel erg lang ten opzichte van de levensduur. Een warmtepomp wordt rendabeler als het verschil tussen de gas en elektraprijs groter wordt. Bij de installatie van een warmtepomp moet er goed op worden gelet, dat één installatiebedrijf de hoofverantwoordelijkheid heeft. Dit voorkomt ergernissen als er problemen achteraf zijn.

Een geothermische installatie heeft hoge investeringskosten, maar de installatie heeft ook een hoge opbrengst. Bij voldoende vraag naar warmte verdient de installatie zich altijd terug. Maar een bloembollenbedrijf gebruikt te weinig gas om deze installatie rendabel te maken. Het zou een optie zijn dat meerdere grote bedrijven één bron gebruiken, maar in Nederland is er geen plek waar zulke bedrijven geclusterd liggen.

Een WKK is met de huidige energie prijzen rendabel, maar dan moet de vrijgekomen warmte worden gebruikt. Hoe kleiner het prijsverschil tussen gas en elektra is, hoe groter de winst voor een WKK is. Twee bezochte bedrijven hebben in het begin problemen gehad met hun WKK, als gevolg van de aansturing. De exacte terugverdientijd en winst is bedrijfsafhankelijk en kan alleen berekend worden als de warmtevraag voor een bedrijf per uur bekend is.

Uit praktijkonderzoek is gebleken dat houtkachels erg goed bevallen. Doordat de houtkachels volledig geautomatiseerd zijn vragen ze weinig onderhoud. De exacte terugverdientijd en winst is bedrijf afhankelijk en kan alleen berekend worden als de warmtevraag voor een bedrijf per uur bekend is.

De aanbevelingen zijn gegeven voor telers, broeiers en teler/broeiers. Een teler houdt zich bezig met de bloembollenteelt waar het product de bollen zijn. Een broeier is iemand die zich bezig houdt met de teelt van bloemen uit bloembollen, wat plaatsvindt in schuren of kassen. Een teler/broeier doet beide.

Voor bedrijven die alleen telen, is een WKK en houtkachel niet rendabel. Een warmtepomp is rendabel. Bij nieuwbouw is een zonnedak met of zonder lucht opslag wel rendabel. Zonnepanelen en windenergie kunnen rendabel zijn. Voor bedrijven die alleen broeien is een warmtepomp, WKK en houtkachel rendabel. Windenergie en een zonnedak met of zonder lucht opslag zijn niet rendabel. Zonnepanelen kunnen rendabel zijn. Voor bedrijven die telen en broeien is een houtkachel, WKK, warmtepomp, windenergie en een zonnedak met of zonder luchtopslag rendabel. Zonnepanelen kunnen rendabel zijn.

1 Inleiding

Vroeger speelde de energieprijs geen rol van betekenis, de marktprijzen van de bollen en bloemen waren goed en de energiekosten waren laag. Sinds de laatste 10 jaar zit er steeds minder marge op de bollen en bloemen, terwijl de energiekosten hard stijgen. De energierekening van een bloembollenbedrijf is in deze tijd een hele zware kostenpost. Door gebruik te maken van duurzame en energiezuinige technieken en systemen op een bloembollenbedrijf kunnen deze kosten naar beneden gebracht worden, alleen staan deze ontwikkelingen nog in de kinderschoenen bij bloembollenbedrijven. Er is daarom nog weinig bekend over de toepasbaarheid van duurzame energietechnieken op bloembollenbedrijven.

Het doel van het onderzoek is het analyseren en evalueren van nieuwe ontwikkelingen op het gebied van duurzame energietechniek die in gebruik zijn en die in gebruik kunnen worden genomen op de bloembollenbedrijven.

Eerst is er een inventarisatie gemaakt van duurzame energietechnieken, die een bijdrage kunnen leveren aan de opwekking van energie voor een bloembollenbedrijf. In dit rapport worden de volgende technieken beschouwd: zonnepanelen, windenergie, zonedak met en zonder luchtopslag, warmtepomp, geothermie, warmtekrachtkoppeling en een houtkachel. In Nederland zijn er geen grote hoogteverschillen, waardoor er geen gebruik gemaakt kan worden van waterkracht. Vergisting van bloembollen afval is niet aantrekkelijk omdat het digistaat afgevoerd moet worden als afval, dus vergistingsinstallaties zijn buiten beschouwing gelaten. Van de meeste nieuwe technieken die in gebruik zijn genomen op een bloembollenbedrijf, was er nog weinig bekend. Duurzame energietechnieken worden nog maar weinig toegepast op bloembollenbedrijven. Daarom zijn er 12 bedrijven, die deze technieken al toepassen, geïnterviewd om hun ervaringen in beeld te brengen. Deze interviews zijn gedaan aan de hand van een vragenlijst. Deze is te vinden in bijlage 1. In deze interviews is hun toegepaste techniek doorgesproken. Tijdens dit interview is er gekeken naar: het energierendement, de prijs, de complexiteit, opstartproblemen en haalbaarheid.

Waar praktijk cijfers bekend zijn worden deze gegevens in elk hoofdstuk onder het kopje praktijkervaringen weergegeven. Bij de praktijkervaringen worden ook de uitkomsten van de interviews gegeven. Onder het kopje rendabiliteit in elk hoofdstuk wordt er uitgelegd hoe een techniek doorgerekend wordt, om te onderzoeken of deze rendabel is. Onder het sub kopje rekenvoorbeelden, situaties worden geschetst met verschillende energieprijsstijgingen om te kijken voor welke situatie een techniek rendabel is.

Dit adviesrapport geeft een onafhankelijk overzicht met aanbevelingen van de nieuwe duurzame energietechnieken die toegepast kunnen worden op een bloembollenbedrijf, waarin elke techniek afzonderlijk behandeld wordt. Elk hoofdstuk van een techniek is opgebouwd uit een inleiding, rendabiliteit, waar bekend praktijkcijfers, rekenvoorbeelden en een conclusie

In hoofdstuk 2 is het energieverbruik per bedrijfsvoering weergegeven. Vervolgens worden in hoofdstuk 3 en 4 de elektra opwekkers behandeld. In hoofdstuk 5 tot en met 7 worden de warmte opwekkers behandeld en in hoofdstuk 8 wordt een combinatie behandeld. De biomassa techniek wordt in hoofdstuk 9 behandeld. De conclusies zijn terug te vinden in hoofdstuk 10. De aanbevelingen zijn terug te vinden in hoofdstuk 11

Bloembollenkwekers en telers kunnen aan de hand van dit rapport gemakkelijk zien welke techniek geschikt is voor hun bedrijf en wat de besparingen dan zijn.

2 Bedrijfsvoeringen

Er zijn 3 verschillende soorten bedrijfsvoeringen op bloembollenbedrijven. Er zijn bedrijven die alleen telen, alleen broeien en er zijn bedrijven die beide doen. Een teler houdt zich bezig met de bloembollenteelt waar het product de bollen zijn. Een broeier is iemand die zich bezig houdt met de teelt van bloemen uit bloembollen, wat plaats vindt in schuren of kassen. Een teler/broeier doet beide. Uit het rapport Klimaatneutrale bloembollenbedrijven visie op 2020 van februari 2011, komt het figuur 2.1 overzicht energieverbruik.

energieverbruik per hectare (teelt) en per 1000 stuks (broei) 1995 t/m 2009						
		Elektra		Warmte		Totaal
		kWh	MJoules	gas m3	MJoules	MJoules
Bedrijven < 5 ha						
	teelt	9837	88530	6490	228258	316788
	broei	17,8	160	12,1	427	587
Broeiers						
	broei	27,6	249	31,9	1122	1371
Teler/broeiers ≥ 5 ha						
	broei	27,3	246	16,0	562	808
	teelt	7336	66022	2276	80031	146054
Telers ≥5 ha						
	teelt	7119	64068	1471	51740	115808

Figuur 2.1 overzicht energieverbruik

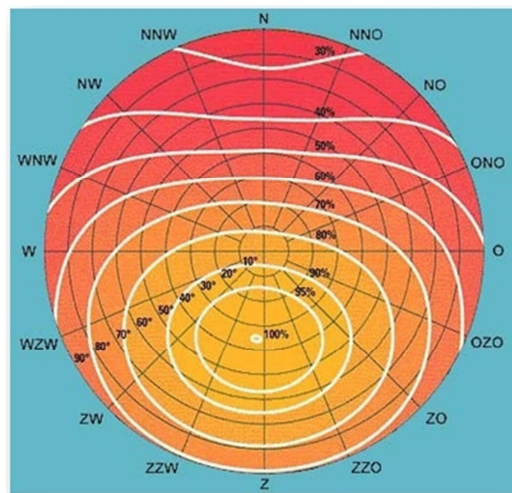
Kleine bedrijven gebruiken in verhouding meer elektra en warmte, dit komt doordat kleine bedrijven oude bedrijven zijn, die geen moderne technieken gebruiken, waardoor er relatief veel energieverlies is. Teler/broeiers verbruiken bij de teelt meer gas dan telers dit komt doordat teler/broeiers de bollen langer moeten bewaren voor de broeierij. Broeiers verbruiken meer warmte bij de broeierij dan teler/broeiers, omdat ze meer soorten broeien, waaronder ook soorten die veel warmte nodig hebben.

3 Zonnepanelen

Zonnepalen wekken elektriciteit op zonder dat er hulpenergie nodig is. Wanneer de panelen geïnstalleerd zijn vragen ze geen onderhoud. De panelen worden schoon gespoeld door de regen. De opbrengst van de panelen hoeft alleen maar in de gaten gehouden te worden. Door de panelen in verschillende groepen te splitsen kan een verschil gemakkelijk worden gezien. Een eenvoudig computerprogramma kan aan het systeem worden gekoppeld en dit programma geeft een signaal als er een duidelijk verschil is tussen de groepen. Een klein verschil tussen elke zonnepaneel, is er altijd omdat ze nooit exact dezelfde opbrengst leveren.

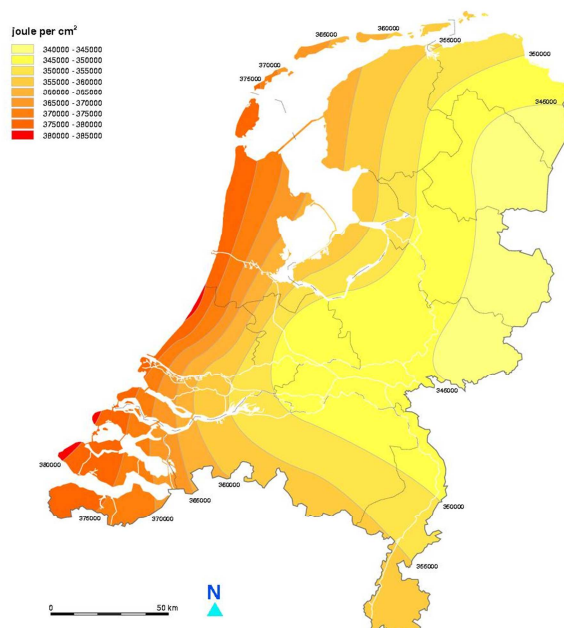
De opbrengst van de panelen hangt af van de hoek van het dak en de oriëntatie van de panelen. In figuur 3.1 op de instralingschijf is te zien bij welke hoek en oriëntatie van het dak de panelen het meeste leveren. Elk gebied heeft in Nederland een andere stralingsjaarsom. In figuur 3.2 is de gemiddelde globale stralingsjaarsom te zien van Nederland, figuur 3.1 en 3.2 zijn in bijlage 2 en 3 in het groot te zien.

Met figuur 3.1 en 3.2 is de instralingsenergie te bepalen van de panelen voor een bepaald dak. Deze instralings energie wordt door een zonnepaneel om gezet naar elektriciteit. De monokristallijn panelen hebben een rendement van 12 procent. Hoe ouder een paneel wordt hoe minder deze gaat leveren. Solarworld geeft de garantie dat de zonnepanelen per jaar maximaal 0.7% vermogen inleveren. Ze geven deze garantie tot het 25^{ste} levensjaar van de zonnepaneel. Zonnepanelen kunnen in fases worden aangelegd.



Figuur 3.1 Instralingschijf, Bron www.zonnepanelen-info.nl

De monokristallijn panelen zijn het goedkoopst als een bloembollenbedrijf de panelen zelf koopt bij de groothandel. De monokristallijn panelen kosten in de huidige markt 1.790 euro [1] per kilowatt piek (kWp). Deze prijs is inclusief alle toebehoren, zoals kabels, omvormers, frames en bevestigingsmateriaal. De panelen hoeven alleen nog geïnstalleerd te worden. Dit kan een bloembollenbedrijf zelf doen. Wanneer een installatiebedrijf de panelen installeert, kost dit ongeveer 340 euro [2] per kWp.



Figuur 3.2 Globale stralingsjaarsom, Bron KNMI

3.1 Rendabiliteit

Op dit moment is de overheid bezig met de nieuwe subsidieregeling. Hoe deze regeling er precies uit komt te zien is nog niet bekend, dit word medio juni 2011 bekend gemaakt. In de voorgaande jaren was de inschrijving voor subsidie voor zonnepanelen na een dag al ruim overtekend. In de berekeningen wordt er van uitgegaan dat er geen subsidie is voor zonnepanelen.

Het totale vermogen (kWp) van een zonnepaneel wordt bereikt als de zonne instraling 1 kW per vierkante meter is. Een vierkante meter monokristallijnpanelen heeft een piekvermogen van 0.12kW.

Totaal vermogen in kW = *aantal panelen * paneel vermogen*

$A = \text{totaal vermogen in kW} / \text{vierkante meter vermogen}$

De jaaropbrengst van de zonnepanelen neemt elk jaar iets af. R is het percentage dat een paneel nog levert in een bepaald levensjaar ten opzichte van de opbrengst toen het paneel nieuw was. $R = 1 - 0.007x$. Met x het levensjaar van het paneel.

Jaar opbrengst = $A * R * H\eta * H * \eta p$.

$H\eta = \text{instralingspercentage} / 100$

H = stralings jaarsom

$\eta p = \text{rendement zonnepanelen} / 100$

Aanschafprijs = *aantal kW * (kostprijs per kWp + installatie kosten per kWp)*

Netto investeringskosten = *aanschafprijs – EIA*

Elektra prijs voor een x jaar = $0.12 * N^x$

0.12 is de huidige prijs in euro's per kWh

N = het percentage van de verwachte energiedaling of stijging per jaar.

Bij een daling $N = 100 - \left(\frac{\text{percentage prijsdaling}}{100} \right)$

Bij een stijging $N = 100 + \left(\frac{\text{percentage prijsdaling}}{100} \right)$

Jaarlasten voor de lening, per jaar wordt er een vast bedrag betaald dat bedrag is inclusief rente en aflossing. Bedrag per jaar = $\frac{\text{hoofdsom lening} * \text{rentelening}}{1 - (1 + \text{rente lening})^{-x}}$

Bij de terugverdientijd wordt er van uitgegaan dat geleend geld voor de zonnepanelen terugbetaald is op het moment dat de zonnepanelen dat bedrag hebben bespaard op het elektra verbruik.

Terugverdientijd in jaren: $\frac{\text{hoofdsom lening} * \text{rentelening} * x}{1 - (1 + \text{rente lening})^{-x}} = \int_0^x A * R * H\eta * H * \eta p * 0.12 * N^x dx$

Bedrijven die winst maken en daarover belasting betalen kunnen gebruik maken van de energie investerings aftrek (EIA). Dat geeft ze een besparing van circa 10% ten op zichte van de aanschafprijs. In de voorbeelden die gegeven worden, wordt er van uitgegaan dat bedrijven, die investeren in zonnepanelen, winst maken.

3.1.1 Rekenvoorbeelden

Bijvoorbeeld bedrijf A uit Lisse koopt 30kWp zonnepanelen die een rendement hebben van 12% De verwachting is dat de elektra prijs elk jaar stijgt met 3%. Hij laat de panelen installeren, de installatie wordt gefinancierd door de bank met een rente van 5%. De lening loopt af als de panelen inclusief rente zijn terugverdiend. Zijn dak bevindt zich onder een hoek van 36 graden en 185 graden ten opzichte van het noorden met de klok mee.

Instralingspercentage	100%
Stralingsjaarsom	1.042 kWh per m ²
Aanschafprijs	63.900 euro
EIA	6.390 euro
Netto investering	57.510 euro
Geïnstalleerd oppervlakte	250 m ²
Eerste jaar opbrengsten	31.151 kWh
Terugverdientijd	19.45 Jaar
Totale besparing over 30 jaar	68.083 euro

Bedrijf B uit Andijk koopt 15kWp zonnepanelen die een rendement hebben van 12%. De verwachting is dat de elektra prijs elk jaar stijgt met 4%. Hij laat de panelen installeren, de installatie wordt gefinancierd door de bank met een rente van 6%. De lening loopt af als de panelen inclusief rente zijn terugverdiend. Zijn dak bevindt zich onder een hoek van 45 graden en 90 graden ten opzichte van het noorden met de klok mee.

Instralingspercentage	75%
Stralingsjaarsom	1.014 kWh per m ²
Aanschafprijs	31.950 euro
EIA	3.195 euro
Netto investering	28.755 euro
Geïnstalleerd oppervlakte	125 m ²
Eerste jaar opbrengsten	11.368 kWh
Terugverdientijd	27.17 Jaar
Totale besparing over 30 jaar	9.511 euro

Bedrijf C uit Julianadorp koopt 30kWp zonnepanelen die een rendement hebben van 12%. De verwachting is dat de elektra prijs elk jaar stijgt met 6%. Hij laat de panelen installeren, de installatie wordt gefinancierd door de bank met een rente van 5%. De lening loopt af als de panelen inclusief rente zijn terugverdiend. Zijn dak bevindt zich onder een hoek van 45 graden en 210 graden ten opzichte van het noorden met de klok mee.

Instralingspercentage	97%
Stralingsjaarsom	1.042 kWh per m ²
Aanschafprijs	63.900 euro
EIA	6.390 euro
Netto investering	57.510 euro
Geïnstalleerd oppervlakte	250 m ²
Eerste jaar opbrengsten	30.216 kWh
Terugverdientijd	15.19 Jaar
Totale besparing over 30 jaar	173.016 euro

Bedrijf D uit Noordwijkerhout koopt 10kWp zonnepanelen die een rendement hebben van 12% De verwachting is dat de elektra prijs elk jaar stijgt met 6%. Hij laat de panelen installeren, het bedrijf hoeft geen geld te lenen. Zijn dak bevindt zich onder een hoek van 50 graden en 135 graden ten opzichte van het noorden met de klok mee.

Instralingspercentage	90%
Stralingsjaarsom	1.042 kWh per m ²
Aanschafprijs	21.300 euro
EIA	2.130 euro
Netto investering	19.170 euro
Geïnstalleerd oppervlakte	83.3 m ²
Eerste jaar opbrengsten	9.345 kWh
Terugverdientijd	12.26 Jaar
Totale besparing over 30 jaar	60.147 euro

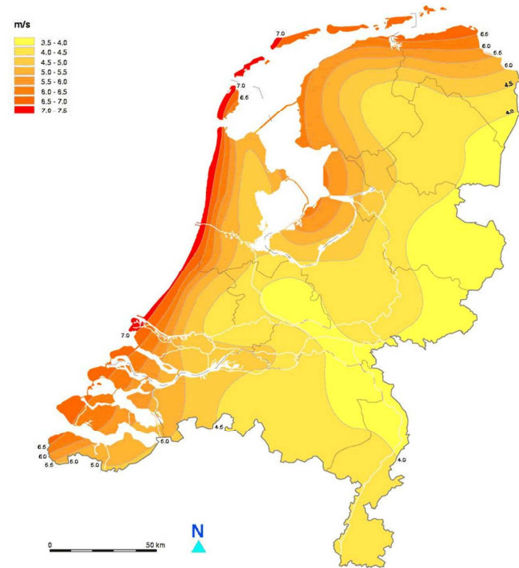
3.2 Conclusie

In de verschillende rekenvoorbeelden zijn de terugverdientijden heel verschillend. Dit komt door verschillen in het instralingspercentage, de rente en de verwachte stijging van de energieprijzen. Bij het bepalen van de grootte van de installatie moet er gekeken worden naar het stroomgebruik van het bedrijf. De opbrengst van de zonnepanelen moet voor de optimale besparing niet hoger zijn dan het energieverbruik van het bedrijf, dit komt doordat er dan optimaal gebruik gemaakt kan worden van de energieheffingen zoals transport toeslag.

Zonnepanelen zijn geschikt voor elk bedrijfs grootte omdat zonnepanelen in fases kunnen worden aangelegd. Voor bedrijven die vrij te besteden vermogen hebben en hun schuren staan zo dat het instralingspercentage tussen de 85-100% is, is het zeer interessant om zonnepanelen aan te schaffen. De terugverdientijd hangt af van de energieprijzen, hoe sneller deze stijgt hoe eerder de panelen terugverdiend zijn. Bij een energieprijzenstijging worden zonnepanelen altijd terugverdiend.

4 Windenergie

Windmolens zijn duurzame energie opwekkers. De windmolens vragen 1 keer per jaar onderhoud en gaan dag en nacht door. Voor hele kleine windmolens hoeft geen vergunning aangevraagd te worden, maar voor de grotere windmolens vanaf 2 kilowatt moet wel een vergunning aangevraagd worden. Een vergunning aanvraag voor een windmolen kan soms erg lastig zijn omdat mensen het horizon vervuiling vinden. Er zijn gemeentes in Nederland die geen vergunning afgeven. De opbrengst van een windmolen hangt erg af van de windsnelheid op een plek en van de omgeving. In figuur 4.2 jaar gemiddelde windsnelheid, is te zien wat de gemiddelde windsnelheid van een heel jaar op een bepaalde plek is. In bijlage 4 is deze kaart in het groot te zien. De windmolen kan alleen optimaal gebruik maken van deze windsnelheid als de windmolen zich niet bevindt in bebouwde omgeving.



Figuur 4.1 jaar gemiddelde windsnelheid, Bron KNMI

De huidige inkoopprijs van elektra is 12 cent [3] per kilowatt uur. Wanneer de windmolen meer stroom levert per jaar dan er gebruikt wordt, wordt de overtollige energie terug verkocht aan het net. De huidige terug leverprijs is 7 cent [3] per kilowatt uur.

De totale kostprijs voor een windmolen bestaat uit: de windmolen inclusief mast, vergunning, plaatsingskosten, grond fundament. Een veel gebruikte windmolen bij boerderijen is de WES 18 80 kW. In bijlage 5 zijn de specificaties te vinden, de WES 180 80 kW is in figuur 4.2 te zien. In tabel 4.1 jaaropbrengsten, is te zien hoeveel kWh de windmolen levert bij een jaar gemiddelde windsnelheid.



Figuur 4.2 Wes 18 80kW

Gem. windsnelheid (m/sec)	Stroom productie (kWh)
4.5	74.000
5.0	101.000
5.5	130.000
6.0	161.000
6.5	193.000
7.0	225.000
7.5	256.000

Tabel 4.1 Jaaropbrengst [4]

De totale kostprijs voor de WES 18 80kW [4] is 265.000euro. De onderhoudskosten zijn per jaar 1.500 euro[4]. De levensduur is 20 jaar[4]. Deze windmolen heeft zich in de loop van de jaren bij een tal van rundveehouderijen bewezen.

4.1 Rendabiliteit

De exacte subsidie is nog niet bekend daarom zijn de rekenvoorbeelden gegeven zonder subsidie.

Netto investeringskosten = aanschafprijs – EIA

Elektra prijs voor een x jaar = $0.12 * N^x$

0.12 is de huidige prijs in euro's per kWh

N= het percentage van de verwachte energiedaling of stijging per jaar.

Bij een daling $N = 100 - \left(\frac{\text{percentage prijsdaling}}{100} \right)$

Bij een stijging $N = 100 + \left(\frac{\text{percentage prijsdaling}}{100} \right)$

Jaarlasten voor de lening: per jaar wordt er een vast bedrag betaald, dit bedrag is inclusief rente en

aflossing. Bedrag per jaar = $\frac{\text{hoofdsom lening} * \text{rentelening}}{1 - (1 + \text{rente lening})^{-x}}$

Bij de terugverdiendtijd wordt er van uitgegaan dat geleend geld plus rente voor de windmolen terug betaald is op het moment dat de windmolen dit verdient heeft.

Terug verdientijd in jaren: $\frac{\text{hoofdsom lening} * \text{rentelening} * x}{1 - (1 + \text{rente lening})^{-x}} = \int_0^x \text{Jaaropbrengst windmolen} * 0.12 * N^x - 1500 dx$

Bedrijven die winst maken en daarover belasting betalen kunnen gebruik maken van de EIA, dat geeft ze een besparing van circa 10% ten opzichte van de aanschaf prijs. In de voorbeelden die gegeven worden wordt er van uitgegaan dat bedrijven, die investeren in windenergie, winst maken.

4.1.1 Break-even

Om te onderzoeken wat de minimale windsnelheid moet zijn zodat de windmolen net zoveel oplevert als kost, is er onderzocht wat de minimale stroomopbrengst per jaar moet zijn. Er wordt vanuit gegaan dat de elektraprijs stijgt met 3% en dat de rente van de lening 5% is. Wanneer de lening met 20 jaar is terug betaald zijn de totale kosten inclusief aflossing en onderhoudskosten 382757 euro. Om dit bedrag te verdienen moet de windmolen per jaar 125800 kWh produceren, dit komt overeen met een gemiddelde windsnelheid van 5.42 meter per seconde. 125800 kWh komt overeen met een minimaal teeltbedrijf van 17.7 hectare en een teler/broeier moet een teeltareaal van minimaal 17.1 hectare hebben..

4.1.2 Rekenvoorbeelden

Bijvoorbeeld bedrijf A uit Lisse koopt de WES 18 80kW windmolen met de verwachting dat de elektra prijs elk jaar stijgt met 3%. De installatie wordt gefinancierd door de bank met een rente van 5%, de lening loopt af als de windmolen inclusief rente is terugverdiend.

Jaaropbrengst	193.000 kWh
Aanschafprijs	265.000 euro
EIA	26.500 euro
Netto investering	238.500 euro
Terugverdiendtijd	12.3 Jaar
Totale besparing over 20 jaar	276.513 euro

Bedrijf B uit Andijk koopt de WES 18 80kW windmolen met de verwachting dat de elektra prijs elk jaar stijgt met 4%. De installatie wordt gefinancierd door de bank met een rente van 5%, de lening loopt af als de windmolen inclusief rente is terugverdiend.

Jaaropbrengst	130.000 kWh
Aanschafprijs	265.000 euro
EIA	26.500 euro
Netto investering	238.500 euro
Terugverdiëntijd	17.38 Jaar
Totale besparing over 20 jaar	81178 euro

Bedrijf C uit Julianadorp koopt de WES 18 80kW windmolen met de verwachting dat de elektra prijs elk jaar niet stijgt. De installatie wordt gefinancierd door de bank met een rente van 5%, de lening loopt af als de windmolen inclusief rente is terugverdiend.

Jaaropbrengst	161.000kWh
Aanschafprijs	265.000 euro
EIA	26.500 euro
Netto investering	238.500 euro
Terug verdientijd	22.67 Jaar
Totale besparing over 20 jaar	-26.357Euro

4.2 Conclusie

In de verschillende rekenvoorbeelden zijn de terugverdiëntijden erg verschillend. Dit komt door de verwachte stijging van de energieprijzen en de ligging van het bedrijf. Voor bedrijven die meer stroom verbruiken als de windmolen opwekt en zich op een plek bevinden waar de gemiddelde windsnelheid hoger dan 5.42 meter per seconde is kan het interessant zijn om een windmolen te plaatsen, maar dan moet wel alle opgewekte elektra zelf worden gebruikt. De terugverdiëntijd en besparingen hangen helemaal af van de energieprijzen stijging. Wanneer de energieprijzen niet stijgt en het bedrijf bevindt zich op een niet ideale plaats kost een windmolen alleen maar geld.

5 Zonnedak

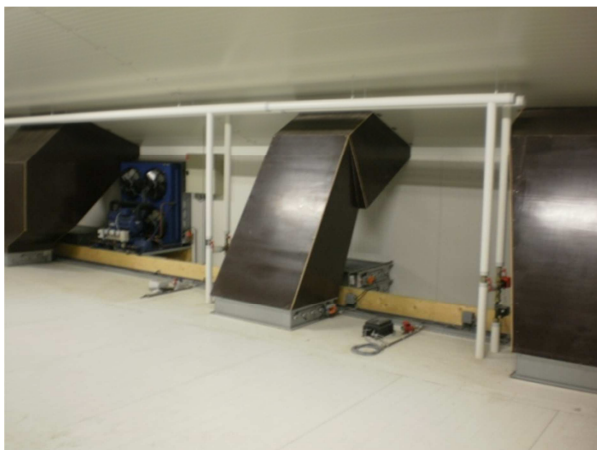
Met een zonnedak wordt lucht opgewarmd met het dak oppervlakte. Er zijn twee verschillende systemen, bij het ene systeem is er sprake van luchtopslag in een grote kamer en bij het andere systeem wordt de aangezogen lucht meteen gebruikt.

5.1 Zonnedak met luchtopslag

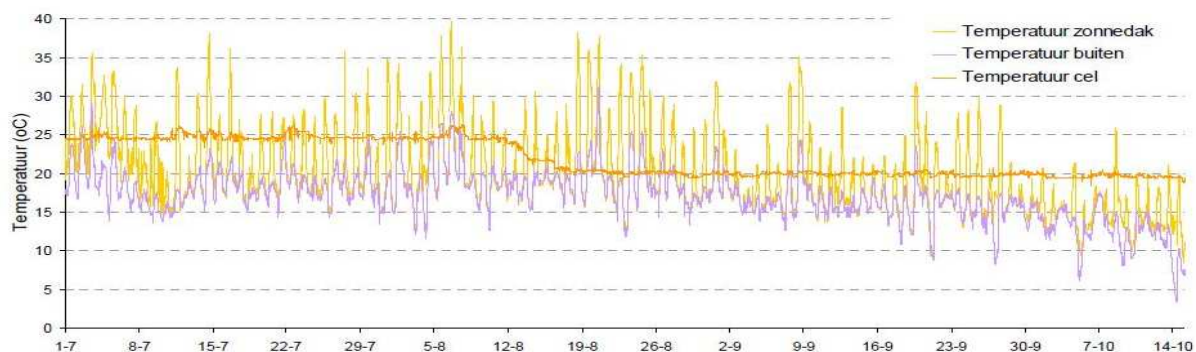
Bij een zonnedak met luchtopslag wordt een grote kamer met lucht langzaam verwarmd door de zon. In het dak op de zuid-west kant zitten grote zwarte dakplaten, onder deze platen zitten kleppen. Wanneer de kleppen opengaan wordt de lucht in de kamer langzaam verwarmd. In de zomer kunnen temperaturen bereikt worden van 42 graden. De opgewarmde lucht wordt doormiddel van kleppen gemengd met buitenlucht waarna het naar de bewaarcellen gaat. Door gebruik te maken van ethyleen gestuurde ventilatoren wordt er een optimaal rendement behaald, omdat er zo het minste lucht verbruikt wordt. De droogwanden kunnen niet op dit systeem worden aangesloten omdat droogwanden in een hele korte tijd veel warmte vragen, waardoor de capaciteit van de opslagkamer te klein is.

Een zonnedak met luchtopslag is bijna alleen maar mogelijk bij nieuwbouw. Dit komt omdat alle systemen op elkaar aangesloten moeten worden, dit is vaak lastig in een bestaand bedrijf. Er moet ook rekening gehouden worden met de grootte van de opslagkamer, dit neemt veel ruimte in beslag. Deze kamer is moeilijk in te bouwen in bestaande ruimtes. In de kamer moet er anticondensedoek bevestigd worden om het condenseren tegen te gaan. Bij de aanleg moet er overleg plaats vinden met de gemeente, omdat er gemeentes zijn die bezwaar hebben tegen zwarte dakplaten, ze vinden dit horizon vervuiling. Wanneer gemeentes dit niet toe staan moet er een kleur gekozen worden tegen zwart aan.

Uit de interviews is gebleken dat een zonnedak met luchtopslag erg goed werkt. De extra investeringskosten zijn 40.000 euro. Het zonnedak heeft een besparing op geleverd van 20.000 m³ aardgas per jaar. Het bedrijf heeft de koelcompressoren in de opslag geplaatst waardoor deze vrijgekomen warmte ook gebruikt wordt. Dit is in figuur 5.1 te zien. Door de betonpleks kanalen loopt lucht vanuit de cel naar buiten, achter dit kanaal zitten de kleppen, die zorgen er voor dat de lucht uit de luchtopslag gemengd wordt met buitenlucht waarna het de cel in gaat. In figuur 5.2 is het temperatuur verloop van 1 Juli tot en met 14 oktober van het zonnedak, van de cel en de buiten temperatuur te zien. Uit dit figuur is op te maken dat de temperatuur in het zonnedak altijd rond de 5 graden hoger is.



Figuur 5.1 Warmte opslag



Figuur 5.2 Temperatuur verloop [5]

5.2 Zonnedak zonder luchtopslag

Bij een zonnedak zonder luchtopslag zit er door de hele schuur een plafond. Tussen het plafond en het dak zit een ruimte van 50 cm. De lucht stroomt door deze ruimte vanaf de voorkant naar de droogwanden waar de lucht direct door de kisten geblazen wordt, als de lucht te warm is, wordt deze bijgemengd met lucht van buiten. De bollen die voor deze droogwanden staan, worden 2 a 3 dagen snel gedroogd. Daarna worden ze voor normale droogwanden geplaatst.

Een zonnedak zonder luchtopslag is bijna alleen maar mogelijk bij nieuwbouw. Dit komt omdat er in de schuur een plafond gemaakt moet worden. In dit plafond kunnen geen lampen gemaakt worden vanwege lekkage van lucht. In het dak kunnen geen lichtplaten gemaakt worden, de lichtplaten moeten in de zijkant van de schuur gemaakt worden. Voor de bevestiging van ventilatoren moeten er speciale klemmen gemaakt worden.

Uit die interviews is gebleken dat een zonnedak zonder luchtopslag erg goed werkt. Tijdens de bouw was het lastig om rekening te houden met het zonnedak voor de ramen en de lampen. Dit heeft even tijd gekost maar er is nu wel licht genoeg in de schuur. De extra investeringskosten zijn 50.000 euro. Het zonnedak heeft een besparing op geleverd van 29.000 m³ aardgas per jaar.

5.3 Rendabiliteit

Netto investeringskosten = aanschafprijs – EIA

Gasprijs voor een x jaar = $0.26 * N^x$

0.26 is de huidige prijs in euro's per m³ gas

N= het percentage van de verwachte energiedaling of stijging per jaar.

Bij een daling $N = 100 - \left(\frac{\text{percentage prijsdaling}}{100} \right)$

Bij een stijging $N = 100 + \left(\frac{\text{percentage prijsdaling}}{100} \right)$

Jaarlasten voor de lening: per jaar wordt er een vast bedrag betaald, dit bedrag is inclusief rente en aflossing. Bedrag per jaar = $\frac{\text{hoofdsom lening} * \text{rentelening}}{1 - (1 + \text{rente lening})^{-x}}$

Bij de terugverdiendtijd wordt er van uitgegaan dat geleend geld voor het zonnedak terug betaald is op het moment dat het zonnedak dit verdiend heeft.

Terug verdientijd in jaren: $\frac{\text{hoofdsom lening} * \text{rentelening}}{1 - (1 + \text{rente lening})^{-x}} = \int_0^x \text{bespaart gas} * 0.26 * N^x dx$

Bedrijven kleiner dan 5 hectare teelt investeren niet in een nieuwe schuur. Bedrijven vanaf 5 hectare teelt investeren wel in een nieuwe schuur, van af dit punt is een zonnedak met of zonder lucht opslag al rendabel.

Bedrijven die winst maken en daarover belasting betalen kunnen gebruik maken van de EIA dat geeft ze een besparing van circa 10% ten op zichte van de aanschaf prijs. In de voorbeelden die gegeven worden, wordt er van uitgegaan dat bedrijven, die investeren in een zonnedak, winst maken.

5.3.1 Rekenvoorbeelden

Bijvoorbeeld bedrijf A uit Lisse koopt een zonnedak met luchtopslag, met de verwachting dat de gasprijs elk jaar stijgt met 3% . De installatie wordt gefinancierd door de bank met een rente van 5%, de lening loopt af als de installatie inclusief rente is terugverdiend.

Aanschafprijs	40.000 euro
EIA	4.000 euro
Netto investering	36.000 euro
Terug verdientijd	7.57 Jaar
Totale besparing over 30 jaar	206.969 euro

Bedrijf B uit Andijk koopt een zonnedak zonder luchtopslag, met de verwachting dat de gasprijs elk jaar stijgt met 3% . De installatie wordt gefinancierd door de bank met een rente van 5%, de lening loopt af als de installatie inclusief rente is terugverdiend.

Aanschafprijs	50.000 euro
EIA	5.000 euro
Netto investering	45.000 euro
Terug verdientijd	6.47 Jaar
Totale besparing over 30 jaar	310.312 euro

Bedrijf C uit Noordwijkerhout koopt een zonnedak met luchtopslag, met de verwachting dat de gasprijs niet stijgt. De installatie wordt gefinancierd door de bank met een rente van 5%, de lening loopt af als de installatie inclusief rente is terugverdiend.

Aanschafprijs	40.000 euro
EIA	4.000 euro
Netto investering	36.000 euro
Terug verdientijd	8.71 Jaar
Totale besparing over 30 jaar	110.708 euro

Bedrijf D uit Hoogwoud koopt een zonnedak zonder luchtopslag, met de verwachting dat de gasprijs elk jaar zakt met 2%. De installatie wordt gefinancierd door de bank met een rente van 5%, de lening loopt af als de installatie inclusief rente is terugverdiend.

Aanschafprijs	50.000 euro
EIA	5.000 euro
Netto investering	45.000 euro
Terug verdientijd	8.0 Jaar
Totale besparing over 30 jaar	113.935 euro

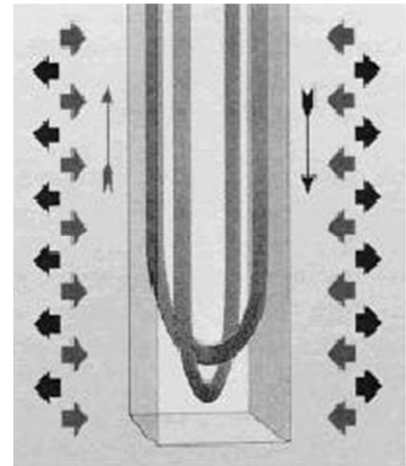
5.4 Conclusie

Een zonnedak met of zonder luchtopslag verdient zich altijd terug, zelfs als de gasprijs gaat zakken. Een zonnedak is echter alleen toepasbaar bij nieuwbouw, omdat er bij bestaande bouw te veel veranderd moet worden. Bedrijven moeten zelf de keuze maken of ze een zonnedak met of zonder luchtopslag kiezen. Dit kan het beste gekozen worden aan de hand van het energieverbruik. Wordt er het meeste gas verbruikt bij het bewaren, dan moet er gekozen worden voor een zonnedak met luchtopslag. Gebruikt een bedrijf het meeste gas bij het drogen, dan moet er gekozen worden voor een zonnedak zonder luchtopslag.

6 Warmtepomp

Een warmtepomp werkt als een omgekeerde koelkast. De machine gebruikt warmte uit de grond. Deze warmte wordt door middel van elektra opgewaardeerd tot 45 graden. Deze temperatuur is ideaal voor een vloerverwarming in een kas of schuur. Tevens kan deze temperatuur goed gebruikt worden voor de droogwanden. De grond moet in het voorjaar en de zomer opgewarmd worden. Dit kan doormiddel van een kas of zonnecollectoren, de warmte uit deze bronnen wordt door middel van leidingen getransporteerd naar een warmtewisselaar waarmee de grond wordt opgewarmd.

De warmte in de bodem kan door middel van energiepalen en/of een aquifer uit de bodem worden gehaald. Energiepalen zijn heipalen met daarin slangen. Door deze slangen loopt er water met glycol. De energiepalen werken als een warmtewisselaar. In figuur 6.1 doorsnede energiepaal, is te zien hoe de slangen lopen. De energiepalen zijn alleen interessant als er geheid moet worden, maar dit is niet vaak nodig.

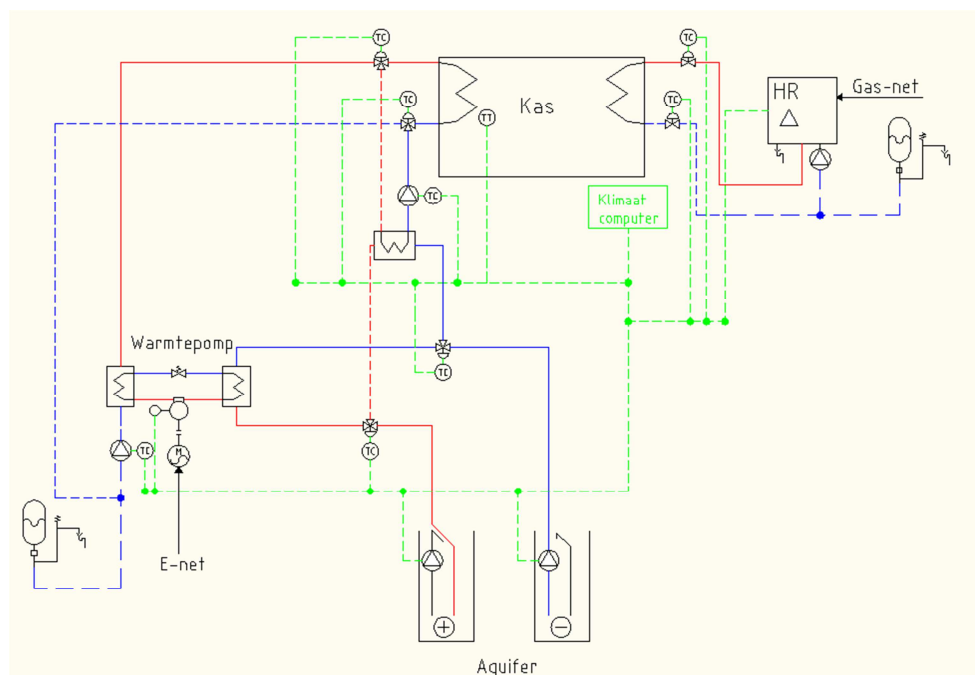


Figuur 6.1 Doorsnede energiepaal[7]

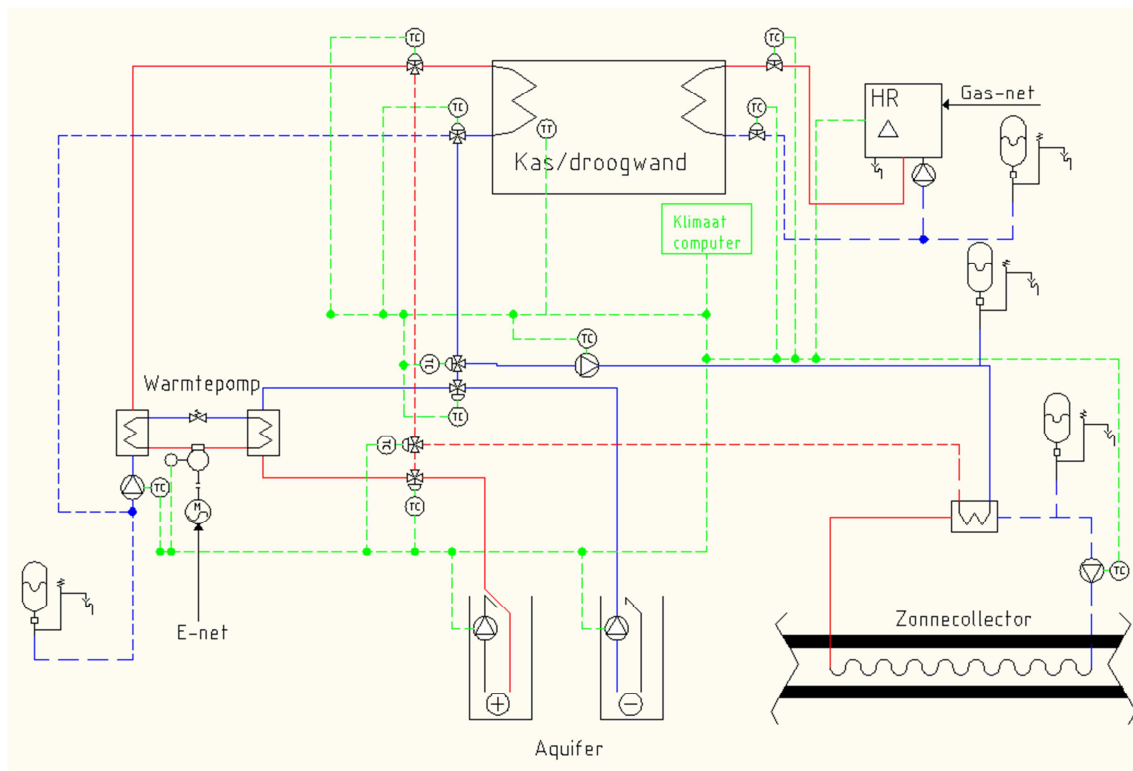
Aquifer bestaat uit een warme bron en een koude bron. De bronnen zijn tussen de 45 en 90 meter diep. De exacte diepte wordt bepaald tijdens het boren van de bron, door regelmatig grondmonsters te nemen zodat de geoloog kan beslissen wat de beste laag, dus diepte, is voor de bron.

Een warmtepomp heeft weinig onderhoudskosten. De onderhoudskosten voor de warmtepomp zijn 750 euro per jaar.

In figuur 6.2 is het principe schema getekend van een warmtepomp waar de aquifer wordt opgewarmd door de kas. In figuur 6.3 is het principe schema getekend van een warmtepomp waar de aquifer wordt opgewarmd door een zonedak.



Figuur 6.2 Principe schema warmtepomp waarbij de aquifer op wordt gewarmd door de kas



Figuur 6.3 Principe schema warmtepomp waarbij de aquifer op wordt gewarmd door de zonnecollector

6.1 Praktijkervaringen

Bij de interviews is gekeken naar bloembollen bedrijven met een warmtepomp. Met de terug verdientijd wordt bedoeld wanneer de extra investering is terug verdiend ten opzichte van een conventionele ketel.

Bedrijf 1

De warmtepomp met aquifer en energiepalen zijn in 2007 geïnstalleerd. Sindsdien zijn er enkele problemen geweest. Bij het opstarten van het systeem sloeg een bron vacuüm, waardoor er geen grondwater meer de grond in gepompt kon worden. Dit grondwater spoot het waterbassin in. Er werd gezegd dat het grondwater niet schadelijk was voor de bloemen. Maar nadat de bloemen water hadden gehad, gingen ze allemaal dood. Dit waren 600.000 stelen. De schade voor de bron viel onder de garantie, maar de dode bloemen niet. Ook waren er problemen met de communicatie tussen de elektriciens van het bedrijf en de installateur van de warmtepomp waardoor er later een zwaardere stroomkabel getrokken moest worden. Het afstellen van de warmtepomp is erg lastig, het installatiebedrijf is nog steeds bezig om de juiste afstellingen te vinden voor de warmtepomp. Over de energiecijfers kan nog geen vaste besparing gegeven worden.

Bedrijf 2

De warmtepomp met aquifer zijn in November 2007 geïnstalleerd. Het bedrijf gebruikt het hele jaar door hun koelcellen. De warmte die vrijkomt wordt gebruikt om de kas te verwarmen. Het bedrijf Agro Focus heeft berekend dat een warmtepomp rendabel is voor dit bedrijf bij een gasprijs van 25 cent. De terug verdientijd moest 7.8 jaar zijn. Er is besloten om toen ook een WKK van 80 kWe te plaatsen. Als er warmte en elektra nodig is slaat deze aan. Wanneer de WKK meer warmte produceert dan er gevraagd wordt, wordt deze warmte opgeslagen in de grond. In het begin waren er geen opstartproblemen. Het bedrijf bespaarde toen op jaarbasis 25 procent gas, dit is een besparing van 50.000-60.000 m³ gas.

Daarna begon het drama, in Juli 2008 heeft het onderhoudsbedrijf fouten gemaakt met onderhoud, waardoor de ketel en de WKK de grond gingen verwarmen. Dit kwam door een probleem in de aansturing. Ook kwam men er achter dat er te grote pompen geïnstalleerd waren, waardoor ze meer water gingen verpompen dan ze vergunning voor hadden. De pompen hadden een bereik van 35 tot 85 m³ water per uur, maar het minimaal bereik van de pomp moest 15 m³ per uur zijn. Deze pompen zijn vervangen op kosten van het bloembollenbedrijf. Het totale systeem is zo ingewikkeld geworden dat de installateur geen onderhoud meer kan plegen. Er was een klep afgebroken en deze moest door de fabriek uit Duitsland worden vervangen. Het bedrijf is overtuigd dat het systeem goed kan werken maar in april 2011 werkte het nog steeds niet goed.

Bedrijf 3

De warmtepomp met aquifer is in september 2009 geïnstalleerd, met de verwachting dat de energie prijzen met 3% per jaar stijgen. De warmtepomp staat zo veel mogelijk aan in de nacht, de overtollige warmte wordt dan opgeslagen in een warmte buffer. Er waren geen opstart problemen en de aansturing gaat goed. Vroeger hadden ze een koelmachine staan die de warmte de grond in pompte, deze warmte heeft het bedrijf de eerste winter hard nodig gehad. Als deze warmte er niet was, had het bedrijf een te kort aan warmte voor de eerste winter. De terugverdientijd is een stuk langer geworden, omdat het systeem uitgerekend is met een gasprijs van 40 cent per m³. Het bedrijf heeft 200.000 euro subsidie gehad. De warmtepomp met aquifer was een extra investering van 450.000 euro. Het stroomverbruik is met 1.600.000 kWh gestegen en het gasverbruik is gezakt met 450.000 m³ gas.

Bedrijf 4

De warmtepomp met aquifer is in juni 2007 geïnstalleerd. Het bedrijf teelt voorjaars - en najaarsbollen. De aquifer wordt doormiddel van zonnecollectoren opgewarmd. Bij het opstarten van het systeem waren er opstart problemen, dit lag aan communicatiegebrek tussen de vele partijen. Het afstellen van de warmtepomp heeft veel tijd gekost. Elk jaar moet de kweker een rapport opstellen van het warmte transport de grond in en uit voor de provincie. De installateur had een terug verdientijd van 6.5 jaar uitgerekend. Het bedrijf heeft 100.000 euro subsidie gehad.

De warmtepomp met aquifer en zonnecollectoren waren een extra investering van 200.000 euro. Het stroomverbruik is met 130.000 kWh gestegen en het gas verbruik is gezakt met 55.000 m³ gas.

6.2 Rendabiliteit

Netto investeringskosten = aanschafprijs – EIA

Elektraprijs voor een x jaar = $0.12 * N^x$

0.12 is de huidige prijs in euro's per kWh.

Gasprijs voor een x jaar = $0.26 * N^x$

0.26 is de huidige prijs in euro's per m³.

N= het percentage van de verwachte energiedaling of stijging per jaar.

Bij een daling $N = 100 - \left(\frac{\text{percentage prijsdaling}}{100} \right)$

Bij een stijging $N = 100 + \left(\frac{\text{percentage prijsdaling}}{100} \right)$

Jaarlasten voor de lening: per jaar wordt er een vast bedrag betaald dat bedrag is inclusief rente en aflossing. Bedrag per jaar = $\frac{\text{hoofdsom lening} * \text{rentelening}}{1 - (1 + \text{rente lening})^{-x}}$

Bij de terugverdientijd wordt er van uitgegaan dat extra geleend geld plus rente voor de warmtepomp terug betaald is op het moment dat de warmtepomp dit verdient heeft.

Terug verdientijd in jaren:

$\frac{\text{hoofdsom lening} * \text{rentelening} * x}{1 - (1 + \text{rente lening})^{-x}} = \int_0^x \text{Gasbesparing} * 0.26 * N^x - \text{extra elektra verbruik} * 0.12 * N^x -$

750 dx

Bedrijven die winst maken en daarover belasting betalen kunnen gebruik maken van de EIA dat geeft ze een besparing van circa 10% ten op zichte van de aanschafprijs.

6.2.1 Berekeningen geïnterviewde bedrijven

Bedrijf 1

De schade aan de stelen kostte de kweker 120.000 euro. De warmtepomp heeft de eerste 4 jaar niet goed gefunctioneerd, omdat deze nog niet goed was afgesteld. Door deze extra kosten wordt de warmtepomp niet terug verdient.

Bedrijf 2

Doordat het systeem nog steeds niet goed werkt kan er geen besparing worden gegeven van het energieverbruik. Door alle extra bijkomende kosten en de jaren dat het systeem slecht heeft gedraaid, is de verwachting dat het systeem zich nooit terug verdient.

Bedrijf 3

Het bedrijf gebruikt erg veel stroom. Door zijn grootverbruik is de inkoop prijs voor elektra 7.5 cent per kWh en de gas prijs is 26 cent per m³. De installatie is gefinancierd door de bank met een rente van 5%. De lening voor de extra investering loopt af als de extra investering inclusief rente is terugverdiend. Doordat de gasprijs zo enorm is gezakt, wordt de warmtepomp niet terug verdiend. De warmtepomp gaat zich pas terug verdienen op het moment dat de gasprijs de 35 cent per m³ bereikt en dan verder door stijgt.

Bedrijf 4

Het bedrijf heeft een huidige inkoop prijs voor elektra van 10 cent per kWh en de gasprijs is 32.5cent per m³. Het bedrijf ging uit van een energieprijzen stijging van 3% echter zijn de prijzen sinds 2007 gezakt. In de resultaten wordt gekeken wanneer de extra investering voor de installatie is terugverdiend met de huidige prijzen waar de verwachting van is dat deze 3% stijgen per jaar. De installatie is gefinancierd door de bank met een rente van 5% de lening voor de extra investering loopt af als de extra investering inclusief rente is terugverdiend

Extra investering	200.000 euro
EIA	20.000 euro
Netto investering	180.000 euro
Terugverdiendtijd zonder subsidie	11.75 jaar
Totale besparing over 15 jaar zonder subsidie	83.859 euro
Terugverdiendtijd met subsidie	5 jaar
Totale besparing over 15 jaar met subsidie	233.599 euro

6.3 Break-even

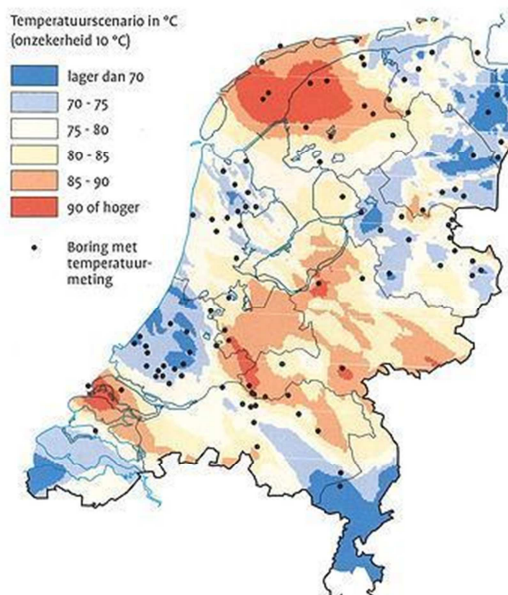
Bij het break-even punt wordt er gekeken naar de minimale besparing van het gas. Deze minimale gas besparing wordt om gerekend naar een minimale bedrijfs grootte. Een teler kan met de warmtepomp 55.000 m³ gas besparen, dit komt overeen met een minimale teelt oppervlakte van 37.39 hectare. Een teler/broeier kan met de warmtepomp 60.000 m³ gas besparen, dit komt overeen met een minimale teelt oppervlakte van 26.36 hectare. Een broeier kan met de warmtepomp 45.000 m³ gas besparen, dit komt overeen met een minimale broeierij van 1.4 miljoen stelen.

6.4 Conclusie

Een warmtepomp kan goed worden toegepast in een bloembollenbedrijf, behalve in een bedrijf dat zich alleen bezig houdt met voorjaarsteelt. De techniek is goed alleen moet de aansturing van de warmtepomp nog geoptimaliseerd worden zo dat de opstart problemen kleiner worden. Financieel is de warmtepomp met de huidige energie prijzen zonder subsidie rendabel, de terugverdientijd is wel erg lang ten op zichte van de levensduur. Een warmtepomp wordt rendabeler als het verschil tussen de gas en elektraprijs groter wordt en als de installatie kosten richting de installatie kosten van een conventionele ketel gaan, dit kan omdat de warmtepompen nog volop in ontwikkeling zijn. Bij de installatie van een warmtepomp moet er goed gelet worden op het punt dat één installatie bedrijf de hoofdverantwoording heeft. Dit voorkomt ergernissen als er problemen achteraf zijn.

7 Geothermie

Bij geothermie wordt er warm water uit de aarde gewonnen. Hoe dieper de bron is hoe hoger de temperatuur is. In Nederland stijgt de temperatuur ongeveer 30 graden [13] per kilometer diepte. In figuur 7.1 is de temperatuur te zien op 2 km diepte. Het warme water komt door de productiepijpleiding omhoog. Het warme water stroomt door warmtewisselaars waarmee het verwarmingswater van de kas wordt opgewarmd. Het afgekoelde water wordt door de injectiepijpleiding terug de grond in gepompt. Deze pijpleiding is net zo lang als de productiepijpleiding. Er kan alleen maar voldoende warmte uit de grond gehaald worden, als het aanzuigpunt van de productiepijpleiding zich in een goed doorstromende zandlaag bevindt. De verwachte levensduur van de bron zijn tientallen jaren.



Figuur 7.1 temperatuur op 2 kilometer diepte, Bron www.kennislink.nl

7.1 Kosten

De totale aanlegkosten zijn op te splitsen in verschillende onderdelen. Om te onderzoeken of de bodem geschikt is, wordt er een geologisch onderzoek uitgevoerd. Het eerste deel van dit onderzoek bestaat uit een quick scan van ongeveer 7.000 euro. Het tweede deel bestaat uit een geologische studie van 20.000 tot 250.000 euro. De kosten voor de boring van de productie- en injectiepijpleidingen hangen erg af van de diepte. Bij een diepte van 1.000 meter zijn deze kosten 1 miljoen euro. Bij een diepte van 2.000 meter zijn deze kosten 5.5 miljoen euro. Bij een diepte van 3.000 meter zijn deze kosten 14 miljoen euro. Het boormanagement regelt de vergunningen, putontwerp en de veiligheidsdocumenten. Deze kosten zijn ongeveer 55.000 euro. Tijdens het boren van de bron is het boormanagement aanwezig, voor een lumpsum bedragen deze kosten tussen de 150.000 tot 250.000 euro. Bij een day-rate contract zijn deze kosten tussen de 300.000 tot 400.000. Bij het boren van de bronnen is er een grote capaciteit aan stroom nodig, hiervoor worden aggregaten gehuurd. Deze kosten zijn ongeveer 200.000 euro. De boorinstallatie moet tijdens het boren erg stabiel staan. Daarvoor is een goede fundatie nodig, deze kosten hangen af van de aanwezige fundatie. De kosten voor het verbeteren van de fundatie liggen tussen de 100.000 en 250.000 euro. De vrijgekomen grond met boorspoeling moeten worden afgevoerd. Deze kosten liggen rond de 100.000 euro. Het totale project kan verzekerd worden, dit kost 7% van de totale kosten. De verzekering is vooral handig als er mis geboord wordt of als de boorkop vast raakt.[8]

7.2 Praktijkervaring

Bij tomatenkwekerij A+G van den Bosch werd er in 2006 gestart met de aanleg van een geothermische installatie. Er werd een bron geboord van 1.700 meter diep. De temperatuur van het water op deze diepte is 60 graden. Per uur wordt er 150 m³ water omhoog gepompt. Het systeem heeft een COP(coefficient of performance) van 18. Het bedrijf verbruikt 2.510.000 kWh stroom extra en het bespaart 4.00.000 m³ gas. De terugverdientijd in de huidige omstandigheden is 8 jaar.

7.3 Rendabiliteit

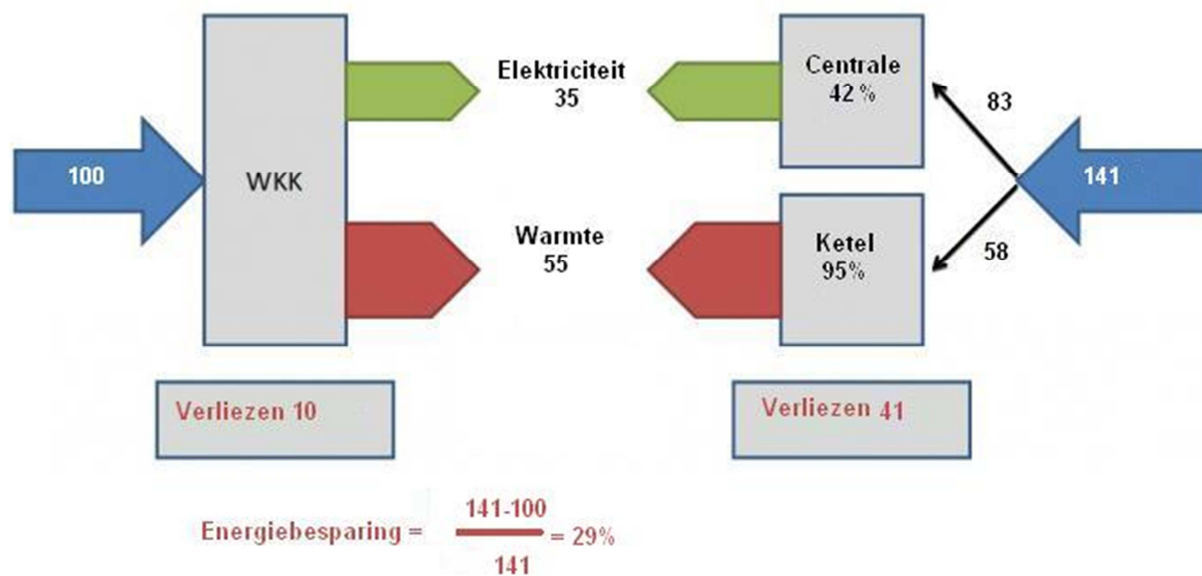
Voor het bedrijf A+G van den Bosch is het systeem erg rendabel. Bij een bloembollenbedrijf is het gasverbruik per hectare teelt 1.471 m³. Bij de broeierij is het gasverbruik per 1.000 stuks 31.9 m³. Om 4.0 miljoen m³ gas te besparen moet een bedrijf ongeveer 2719 hectaren telen of ongeveer 125 miljoen stuks broeien.

7.4 Conclusie

Een geothermische installatie heeft hoge investeringskosten, maar deze installatie heeft ook een hoge opbrengst. Bij voldoende vraag aan warmte verdient de installatie zich altijd terug. Maar een bloembollenbedrijf gebruikt te weinig gas om deze installatie rendabel te maken. Het zou een optie zijn dat meerdere grote bloembollenbedrijven één bron, gebruiken maar in Nederland is er geen plek waar zulke bloembollenbedrijven geclusterd liggen. In Nederland is er ook geen plek waar grote bloembollenbedrijven geclusterd liggen bij andere bedrijven die veel warmte nodig hebben.

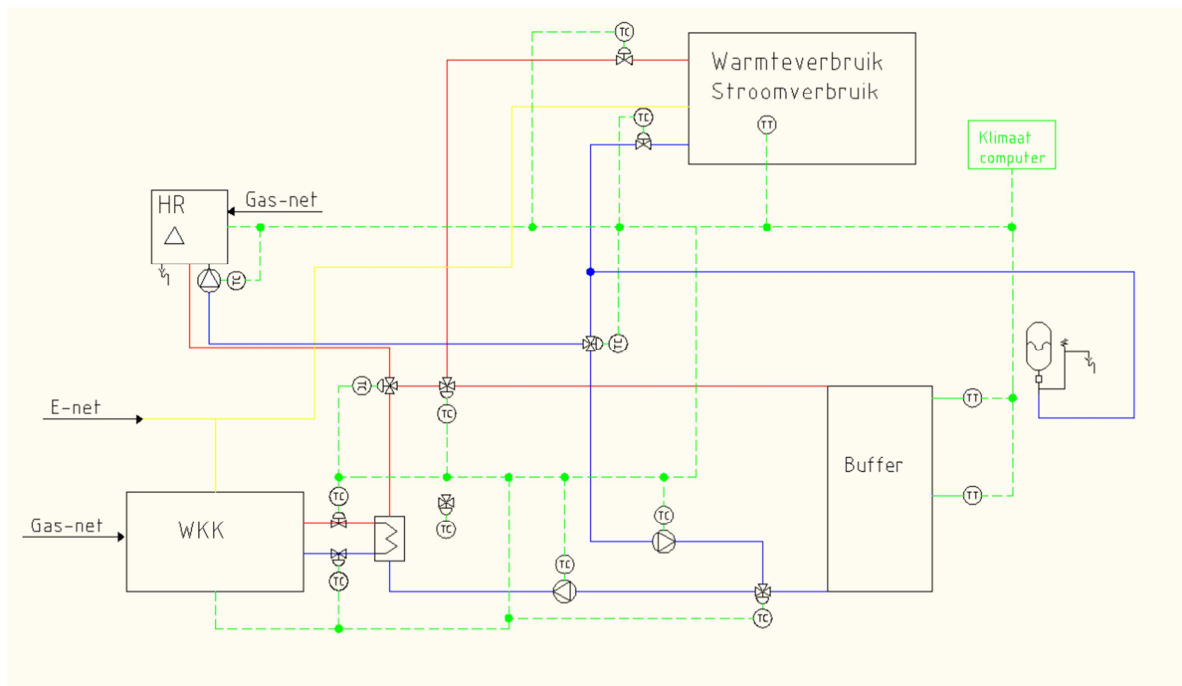
8 Warmtekrachtkoppeling

Een warmtekrachtkoppeling (WKK) is een gasmotor die elektriciteit levert, waarbij de warmte die vrijkomt, gebruikt wordt. Elektra uit het net is goedkoper dan elektra van een WKK, maar bij elektra uit het net komt geen warmte vrij, bij een WKK wel. Wanneer alle energie die vrijkomt uit een WKK benut wordt, geeft die een energiebesparing van 29% in vergelijking met elektra wat uit het net komt en warmte wat opgewekt wordt door een ketel. In figuur 8.1 energiebesparing met WKK, is dit goed te zien. Om een WKK rendabel te maken moet deze warmte gebruikt worden. De warmtevraag in een bloembollenbedrijf is over een heel jaar gezien niet constant. Een teler heeft veel warmte nodig vanaf juni tot oktober, een broeierij heeft veel warmte nodig vanaf oktober tot en met april. Een bedrijf die bloemen teelt en broeit heeft de meeste spreiding in zijn warmte.



Figuur 8.1 Energiebesparing WKK, Bron ECN

In de periodes dat er veel warmtevraag is, is de warmtevraag niet constant. De warmte die een WKK overheeft in dalen van warmtevraag, kan worden opgeslagen in een buffervat. Op het moment dat de warmtevraag groter is dan de capaciteit van de WKK kan de extra benodigde warmte uit het buffervat gehaald worden. Wanneer er een tekort aan warmte is, slaat de verwarmingsketel aan om deze piek op te vangen. De opgewekte stroom geeft een besparing op het stroomverbruik. Wanneer er meer stroom geproduceerd wordt dan er verbruikt wordt, wordt dit terug verkocht aan het net. Het terug levertarief is lager dan dat het bollenbedrijf betaalt voor zijn elektra. Onderhoud is een belangrijk punt bij een WKK, Energ-Nedalo B.V. biedt een onderhoudscontract aan voor de wkk's met een vermogen van 70Kwe tot 150 Kwe. Dit onderhoudscontract loopt 48.000 draaiuren en kost 2.05 euro per draaiuur. Door dit onderhoudscontract hoeft een bedrijf niet meer om te kijken naar de WKK. In figuur 8.2 is het principe schema getekend van een WKK met buffervat en een ketel.



Figuur 8.2 Principe schema WKK met een ketel en buffervat

Om te onderzoeken of het rendabel is voor een bedrijf om een WKK aan te schaffen, is het warmteverbruik per uur nodig. Om gemakkelijk uit te rekenen of een WKK rendabel is, is er een eenvoudige berekening gemaakt. Als deze berekening positief is, moet de WKK exact door gerekend worden, om te onderzoeken of de WKK rendabel is bij het warmteverbruik van het bloembollenbedrijf. Voor het exact uitrekenen van de WKK, aan de hand van de actuele warmtevraag, is er een simulink model gemaakt. Met dit model konden geen praktijkbedrijven doorgerekend worden, omdat er geen bedrijf was die hun warmtevraag per uur kon aan leveren. In dit model zijn de volgende gegevens in te voeren: warmtevraag per uur, elektragebruik, grootte van te plaatsen WKK, grootte van te plaatsen buffervat, rendement buffervat, vermogen ketel, actuele elektra prijs, actuele gasprijs, stijgingspercentage elektra en gas, investeringsbedrag, onderhoudskosten, rente en aflossingstijd.

8.1 Praktijkervaringen

Bedrijf 1

Het bloembollenbedrijf heeft in Januari 2009 een WKK van 100 kWe in gebruik genomen. Het hoofddoel was om er voor te zorgen, dat ze geen grotere stroomaansluiting nodig hadden. Met de WKK hebben ze genoeg aan de 250 ampère aansluiting. De warmte die vrijkomt gebruiken ze rechtstreeks. Ze hebben geen warmtebuffer. Dit hebben ze gedaan, om zo weinig mogelijk storingsgevoelige en onderhoud vragende onderdelen te hebben. Ze hebben 2 jaar lang opstartproblemen gehad. Deze hadden vooral te maken met de aansturing van het systeem. Sercom, de leverancier van de regeltechniek en van Zadvere, de leverancier van de WKK werkten niet goed samen om het probleem op te lossen. Ze gaven elkaar de schuld van het probleem. Bij de installatiekosten kwamen nog eens 10 procent extra kosten die niet in de begroting stonden. Omdat de WKK nu pas echt goed draait, kunnen ze nog niks zeggen over de besparingen.

Bedrijf 2

Het bloembollenbedrijf heeft in Januari 2009 een WKK van 80 kWe in gebruik genomen. De WKK is zo ingeregeld dat hij alleen aan slaat als er vraag naar elektra en warmte is. Als er warmte over is, wordt deze warmte in een aquifer opgeslagen. Als er een te kort aan warmte is, wordt deze warmte doormiddel van

een warmtepomp gebruikt. In het begin waren er opstartproblemen met de WKK. Er moesten een paar keer nieuwe zuigers in. Deze problemen hebben kort geduurd. De WKK werkt nu goed. Over de besparing kan niks worden gezegd, omdat de warmtepompregeling verkeerd is gegaan, waardoor de WKK niet efficiënt heeft gedraaid.

8.2 Eenvoudige berekening rendabiliteit

Het simulink model is een complex model. Voor bedrijven, die even snel willen kijken of er met de huidige energieprijzen mogelijkheden zijn voor een WKK, is het model niet handig. Om te onderzoeken of een WKK rendabel is moeten de kosten vergeleken worden met de kosten van de huidige opwekking. Als voorbeeld wordt de ENER-G 125 WKK genomen, in bijlage 6 zijn alle specificaties te vinden. Deze WKK heeft een elektrisch vermogen van 122 kW, een thermisch vermogen van 200 kW en een brandstofverbruik van 357 kW. In tabel 8.1 kosten, worden alle kosten weergegeven.

WKK	99.000 euro
Installatiekosten	35.000 euro
Buffervat en regelapparatuur	32.000 euro
EIA aftrek	16.000 euro
Totale investeringskosten	150.000 euro
Rente	5%
Looptijd lening	5 Jaar
Totale investeringskosten + rente	173.200 euro
Totale investeringskosten + rente per draaiuur	3.61 euro
Onderhoudskosten voor 48000 draaiuren	2.05 euro per draai uur, totaal 98.400 euro

Tabel 8.2 Kosten WKK

Met de snelle handberekening wordt er vanuit gegaan dat alle warmte en stroom zelf gebruikt wordt. Eerst moet er worden uitgerekend wat het kost om 200 kW op te wekken aan warmte met de huidige ketel. De huidige ketels hebben een rendement van 95%. Één m³ aardgas bevat 35.17 MJ en kost 0.26 euro.

De totale kosten voor 200 kW warmte op gewekt met de ketel zijn: $\left(\frac{200}{0.95} \cdot 3.6\right) \cdot 0.26 = 5.6$ euro.

De totale gaskosten voor 200 kW warmte op gewekt met de WKK zijn: $\left(\frac{357 \cdot 3.6}{35.17}\right) \cdot 0.26 = 9.5$ euro

Bij 200 kW warmte uit de WKK komt er ook 122 kW elektra vrij. Eén kWh elektra uit het net kost 0.12 euro, de totale kosten voor 122 kW elektra uit het net zijn $122 \cdot 0.12 = 14.64$ Euro.

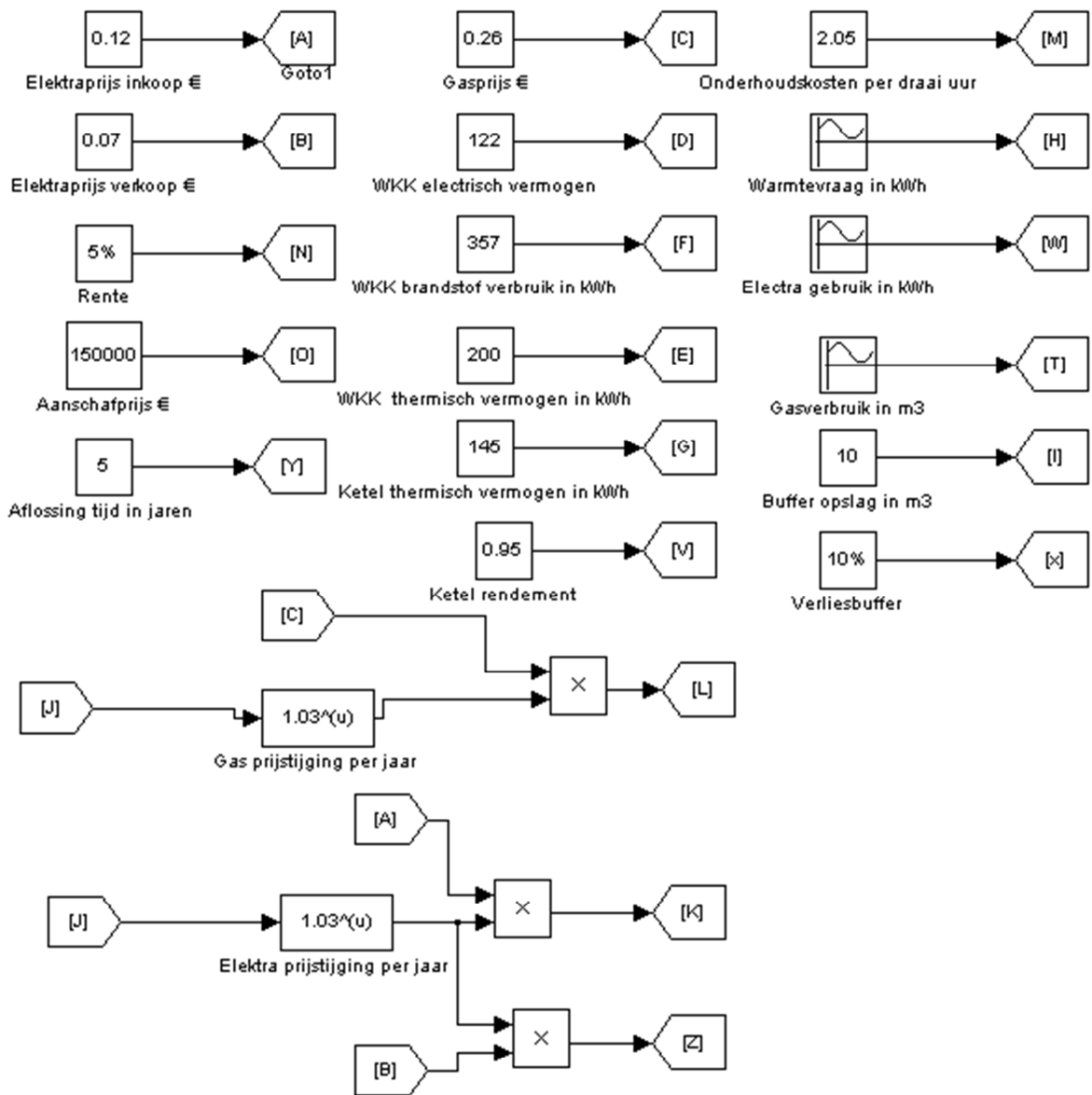
Totale kosten voor 200 kW met de ketel en 122 kW uit het net zijn $5.6 + 14.64 = 20.24$ euro.

Totale kosten voor 200 kW warmte en 122 kW uit de WKK zijn $9.5 + 2.05 + 3.61 = 15.16$ euro.

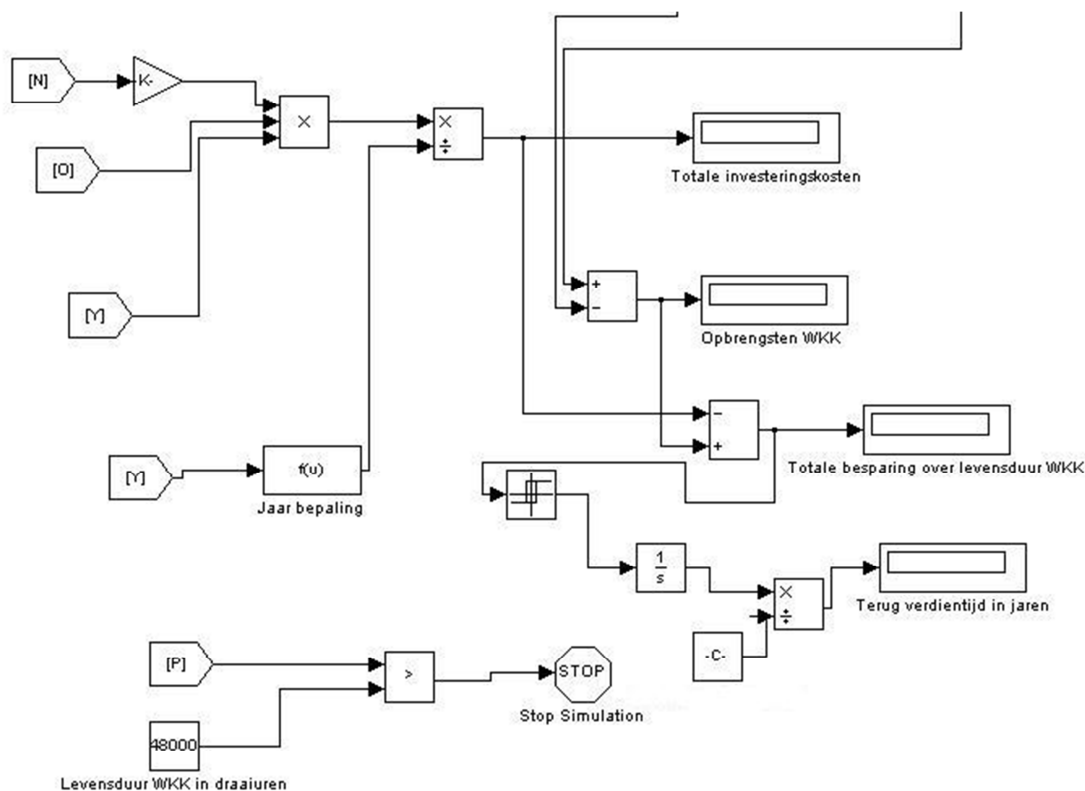
De totale kosten voor de WKK zijn lager dan voor de ketel dus het is interessant om met de actuele warmte vraag van een bedrijf het simulink model door te rekenen.

8.3 Simulink model

In figuur 8.3 wordt een overzicht gegeven van de in te vullen gegevens. Wanneer al deze gegevens zijn ingevuld kan het model worden gestart. Het model stopt met rekenen als de uren teller van de WKK op 48.000 uur staat. Op het moment dat het model klaar is met rekenen, is in een oogopslag de terugverdientijd in jaren te zien en de totale besparing over de levensduur van de WKK, dit is te zien in figuur 8.4. Buiten deze hoofdfuncties zijn er nog een tal van andere waardes af te lezen, zo als: de temperatuur van het buffer vat, de urenteller van de ketel, het stroomverbruik in de nieuwe en oude situatie. Er kunnen nog een tal van andere functies afgelezen worden, want overal in het model kan een display of een scope (een functie om grafieken te plotten) geplaatst worden. In bijlage 7 is het totale model te zien.



Figuur 8.3 Invoer gegevens



Figuur 8.4 Uitvoer gegevens

8.3.1 Werking van het model

Er is een warmtevraag per uur, deze warmte wordt uit de warmtebuffer gehaald. Als de temperatuur in de buffer lager dan 40 graden wordt, dan slaat de WKK aan en neemt de warmtevraag over. De warmte die dan geproduceerd wordt maar niet geheel gebruikt wordt, wordt opgeslagen in het buffervat. Wanneer de temperatuur van het buffervat hoger dan 80 graden is slaat de WKK uit. Het buffervat neemt dan de warmtevraag over. Wanneer de WKK aanstaat en het buffervat temperatuur zakt onder de 30 graden slaat de verwarmingsketel aan. Als de WKK aanstaat, wordt er een vergelijking gemaakt met het eigen stroomverbruik. De stroom die de WKK meer opwekt dan dat er gebruikt wordt, wordt voor de terug lever vergoeding aan het net verkocht. Wanneer de WKK en/of ketel aanstaat krijgen hun urentellers een signaal waardoor ze gaan lopen. Op het moment dat ze aanstaan, wordt het actuele gasverbruik verrekend met de prijs, zodat er gemakkelijk gezien kan worden wat de gaskosten zijn. De simulatie stopt als de WKK 48.000 uren heeft gemaakt. Op dat moment is te zien wat de terug verdientijd in jaren is en wat de totale besparing is. Verder zijn alle kosten en uren van de ketel en WKK te zien in de nieuwe situatie met WKK en de oude situatie zonder WKK.

8.4 Break-even

Bij het break-even punt wordt er gekeken naar de minimale opbrengst van de warmte die een WKK kan leveren. Deze minimale warmte wordt omgerekend naar een minimale bedrijfs grootte. De kleinste WKK die toepasbaar is, is 70 kWe. Deze WKK produceert 114 kW warmte per uur. De warmtevraag bij een teler is te laag voor een WKK. Bij een teler/broeier kan bij de juiste keuze de WKK minimaal 5.5 maanden continue draaien, dit komt overeen met 3960 uur. Wanneer alle warmte gebruikt wordt, levert de WKK totaal in deze periode 451440 kW aan warmte. Dus een WKK is rendabel bij een minimale teeltoppervlakte van 20.31 hectare. Bij een broeier kan bij de juiste keuze de WKK minimaal 7

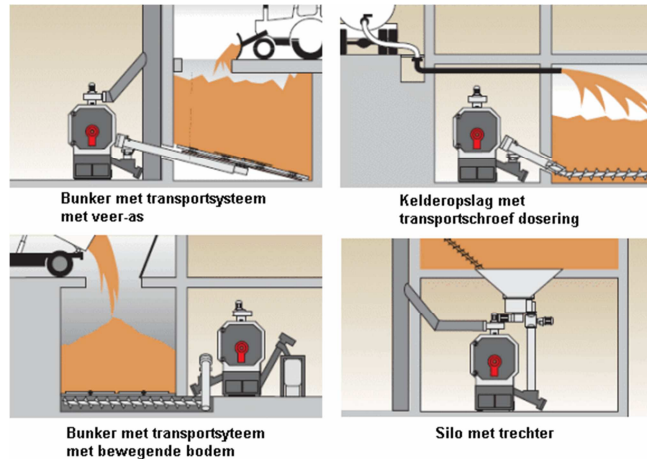
maanden continue draaien, dit komt over een met 5040 uur. Wanneer alle warmte gebruikt wordt levert de WKK totaal in deze periode 574560 kW aan warmte. Dus een WKK is rendabel bij een minimale broeierijomvang van 1.84 miljoen stelen.

8.5 Conclusie

Een WKK is met de huidige energieprijzen rendabel, maar dan moet de vrijgekomen warmte goed worden gebruikt. Het rendabelst is een WKK als alle elektra en warmte gebruikt wordt. Hoe kleiner het verschil tussen de gas- en elektraprijs, hoe groter de winst voor een WKK is. Omdat de twee praktijkvoorbeelden in het begin problemen hebben gehad, zijn er nog geen actuele besparingen bekend. De exacte terugverdientijd en winst is bedrijfsafhankelijk en kan alleen berekend worden als de warmtevraag voor een bedrijf per uur bekend is.

9 Houtkachel

Houtkachels kunnen een bijdrage leveren aan de warmtevoorziening op bloembollenbedrijven. De houtkachels vanaf 70 kW kunnen op houtsnippers branden. De verse houtsnippers moeten 3 tot 4 maanden liggen[10], zo besterven de houtsnippers waardoor er vocht uitgaat. Het maximale vochtpercentage van houtsnippers mag 35% zijn. De nieuwe generatie houtkachels is helemaal geautomatiseerd. Bij warmtevraag wordt de houtkachel automatisch aangestoken door een elektrische föhn. De as uit de houtkachel wordt door vijzels van uit de aslade getransporteerd en in een container gegooid. De houtsnippers worden door een vijzel binnen in de houtkachel gebracht. Het bedrijf hoeft maar één keer per drie dagen de houtvoorraad aan te vullen. Er zijn verschillende mogelijkheden voor de houtsnipperopslag, in figuur 9.1 zijn deze weergegeven. Voor een houtkachel tot 130 kW is geen vergunning nodig. Het nadeel van een houtkachel op een bloembollenbedrijf zijn de transportkosten voor de houtsnippers, omdat er in gebieden waar bloembollenbedrijven zijn weinig bosbouw is. De kosten voor de houtsnippers zijn de laatste jaren vrij constant. In figuur 9.2 is een 100 kW houtkachel in bedrijfstand weergegeven, aan de rechterkant is het buffervat te zien.



Figuur 9.1 Mogelijkheden voor houtopslag met automatisch transport systeem. [11]



Figuur 9.2 Houtkachel met buffervat[12]

Wanneer er warmtevraag is, is de warmtevraag niet constant. De warmte die een houtkachel overheeft in dalen van warmtevraag kan worden opgeslagen in een buffervat. Op het moment dat de warmtevraag groter is dan de capaciteit van de houtkachel, kan de extra benodigde warmte uit het buffervat gehaald worden. Als er een tekort aan warmte is, slaat de verwarmingsketel aan om deze piek op te vangen. De verwarmingsketel vangt ook het eerste moment van de warmtevraag op, omdat een houtkachel even moet opstarten. Om de houtkachel goed door te rekenen is de actuele warmtevraag nodig. Om gemakkelijk uit te

rekenen of een houtkachel rendabel is, is er een eenvoudige berekening gemaakt. Als deze berekening positief is, moet de houtkachel exact door gerekend worden om te onderzoeken of de houtkachel rendabel is bij het warmte verbruik van het bloembollenbedrijf. Voor het exact uitreken van de houtkachel aan de hand van de actuele warmtevraag is er een simulink model gemaakt. Met dit model konden geen praktijkbedrijven doorgerekend worden, omdat er geen bedrijf was die hun warmtevraag per uur kon aan leveren. In dit model zijn de volgende gegevens in te voeren: warmtevraag per uur, grootte van te plaatsen houtkachel, rendement houtkachel, houtprijs, vochtpercentage hout, grootte van te plaatsen buffervat, rendement buffervat, vermogen ketel, actuele gasprijs, stijgingspercentage gas en hout, investeringsbedrag, onderhoudskosten, rente en aflossingstijd.

9.1 Praktijkervaringen

Bedrijf 1

Het bedrijf, een pluimveebedrijf, heeft in augustus 2009 een houtkachel in gebruik genomen. Het systeem werkt goed en er waren geen opstartproblemen. Ze gebruiken nu jaarlijks 200 ton houtsnippers. De totale investering was 40.000 euro inclusief een hout versnipperaar. Ze hebben 30 procent subsidie gekregen. Het bedrijf bevindt zich in een natuurlijke omgeving en leent de versnipperaar gratis uit in ruil voor de snippers. Ze zijn ongeveer 10 euro per ton kwijt aan houtsnippers. Het bedrijf heeft het eerste jaar 3.400 euro bespaard.

Bedrijf 2

Het bedrijf, een pluimveebedrijf, heeft in Juni 2009 een houtkachel in gebruik genomen. Er waren geen opstartproblemen en het systeem werkt goed. Het bedrijf heeft voor 70.000 euro geïnvesteerd in een houtkachel, ze hebben 21.000 euro subsidie gehad. Het bedrijf bevindt zich in een natuurlijk omgeving waar veel houtsnippers vrijkomen. Het bedrijf is tussen de 10 en 15 euro per ton kwijt aan houtsnippers. Het eerste jaar heeft de houtkachel een besparing opgeleverd van 8.000 euro.

9.2 Eenvoudige berekening rendabiliteit

Het simulink model is een complex model. Voor bedrijven die even snel willen kijken, of er met de huidige energieprijzen mogelijkheden zijn voor een houtkachel, is het model niet handig. Om te onderzoeken of een houtkachel rendabel is, moeten de kosten vergeleken worden met de kosten van de huidige opwekking. Als voorbeeld wordt de HDG compact 100 kW genomen die 4.500 uur per jaar aanstaat, de levensduur is 25 jaar. In bijlage 8 zijn alle specificaties te vinden. Deze houtkachel heeft een thermisch vermogen van 100 kW en een rendement van 91.4%[12]. In tabel 9.1 kosten, worden alle kosten weergegeven.

Houtkachel	26.000 euro
Installatiekosten en bouw opslagplek	22.000 euro
Buffervat en regelapparatuur	22.000 euro
EIA aftrek	7.000 euro
Totale investeringskosten	63.000 euro
Rente	5%
Looptijd lening	5 Jaar
Totale investeringskosten + rente	72757 euro
Totale investeringskosten + rente per draaiuur	0.65 euro
Onderhoudskosten voor 4500 draaiuren	0.13 euro per draai uur
Arbeidskosten 1 uur werk op 75 draaiuren	0.3 euro per draai uur

Tabel 9.1 Kosten houtkachel

Met de snelle handberekening wordt er vanuit gegaan dat alle warmte gebruikt wordt. Eerst moet er worden uitgerekend wat het kost om 100 kW op te wekken aan warmte met de huidige ketel. De huidige ketels hebben een rendement van 95%. Eén m³ aardgas bevat 35.17 MJ en kost 0.26 euro.

De totale kosten voor 100 kW warmte op gewekt met de ketel zijn: $\left(\frac{100}{\frac{0.95}{35.17}}\right) * 0.26 = 2.8$ euro.

De huidige houtkachel heeft een rendement van 91.4%. Eén ton verse houtsnippers inclusief transport kost 25 euro. Verse houtsnippers bevatten 50% vocht. Eén kilo droog hout bevat 15 MJ en kost 0.05 euro

De hout kosten voor 100 kW warmte op gewekt met de houtkachel zijn: $\left(\frac{100}{\frac{0.914}{15}}\right) * 0.05 = 1.31$ euro

Totale kosten voor 100 kW warmte met de ketel opgewekt zijn 2.8 euro.

Totale kosten voor 100 kW warmte met de houtkachel zijn $0.65+0.13+0.3+1.31 = 2.39$ euro.

De totale kosten voor de houtkachel zijn lager dan voor de ketel, dus het is interessant om met de actuele warmtevraag van een bedrijf, het simulink model door te rekenen.

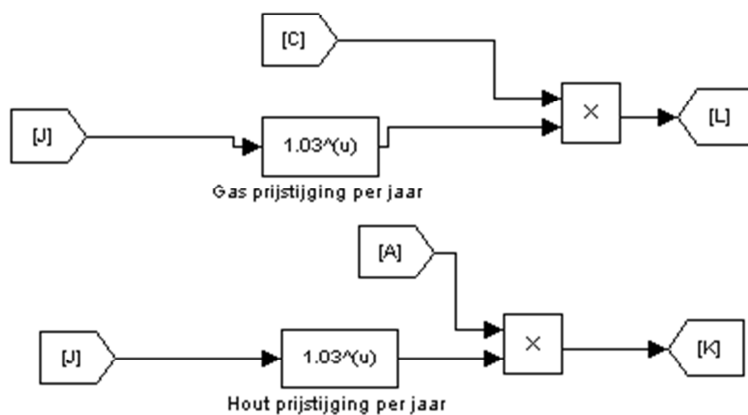
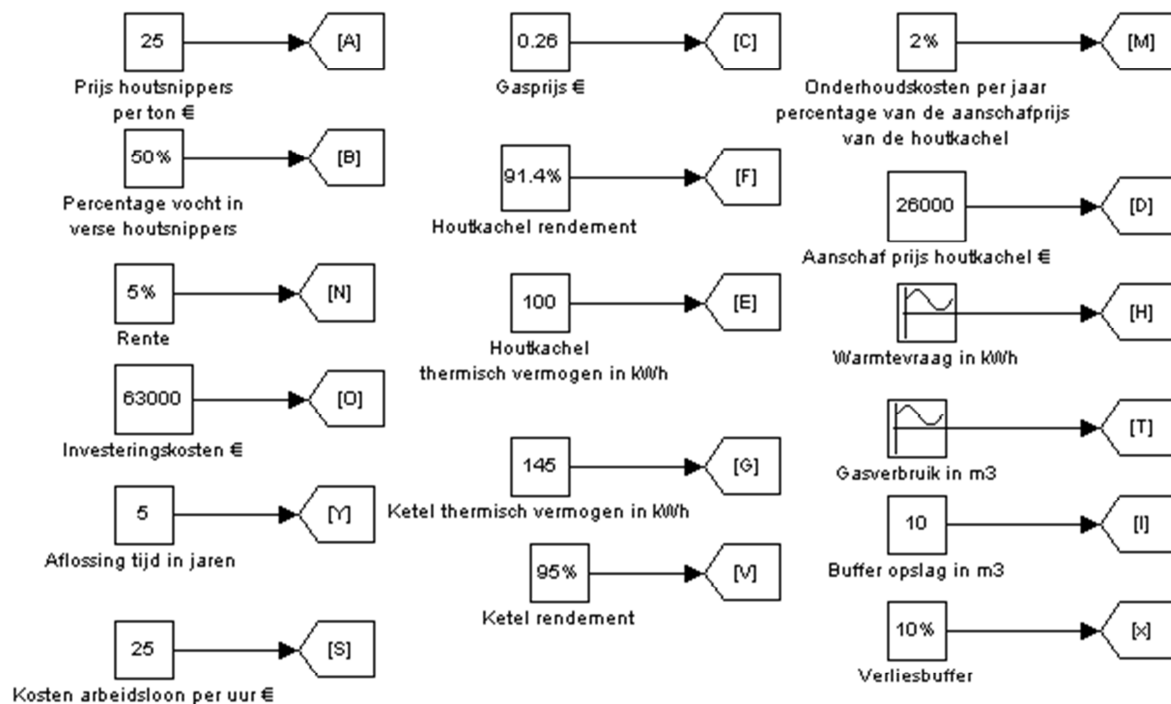
9.3 Break-even

Bij het break-even punt wordt er gekeken naar de minimale opbrengst van de warmte die een houtkachel kan leveren. Deze minimale warmte wordt om gerekend naar een minimale bedrijfs grootte.

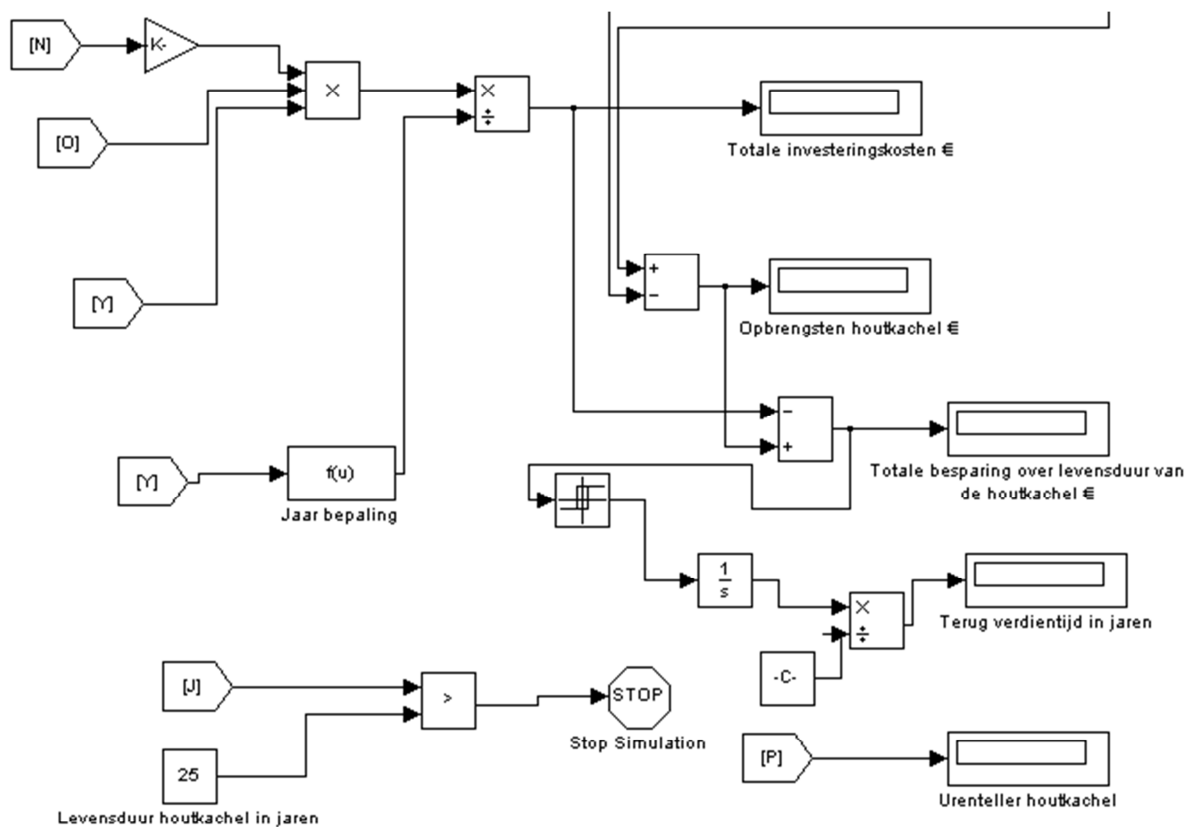
De kleinste houtkachel die toepasbaar is, is 70 kW. De warmtevraag bij een teler is te laag voor een houtkachel. Bij een teler/broeier kan bij de juiste keuze de houtkachel minimaal 5.5 maanden continue draaien, dit komt overeen met 3960 uur. Wanneer alle warmte gebruikt wordt, levert de houtkachel totaal in deze periode 277200 kW aan warmte. Dus een houtkachel is rendabel bij een minimale teeltoppervlakte van 12.47 hectare. Bij een broeier kan bij de juiste keuze de houtkachel minimaal 7 maanden continue draaien, dit komt overeen met 5040 uur. Wanneer alle warmte gebruikt wordt, levert de houtkachel totaal in deze periode 352800 kW aan warmte. Dus een houtkachel is rendabel als er minimaal 1.13 miljoen stelen worden gebroeid.

9.4 Simulink model

In figuur 9.3 wordt een overzicht gegeven van de in te vullen gegevens. Wanneer al deze gegevens zijn ingevuld kan het model worden gestart. Het model stopt met rekenen als de houtkachel 25 jaar oud is. Op het moment dat het model klaar is met rekenen, is in een oogopslag de terugverdientijd in jaren te zien en de totale besparing over de levensduur van de houtkachel. Dit is te zien in figuur 9.4. Buiten deze hoofdfuncties, zijn er nog een tal van andere waardes af te lezen, zo als: de temperatuur van het buffervat, de urenteller van de ketel en het verloop van de energieprijzen. In bijlage 9 is het totale model te zien.



Figuur 9.3 Invoer gegevens



Figuur 9.4 Uitvoer gegevens

9.4.1 Werking van het model

Er is een warmtevraag per uur, deze warmte wordt uit de warmtebuffer gehaald. Als de temperatuur in de buffer lager dan 40 graden wordt, dan slaat de houtkachel aan. De houtkachel neemt de warmtevraag over, als de houtkachel meer warmte produceert dan er gebruikt wordt, wordt de overtollige warmte opgeslagen in het buffervat. Wanneer de temperatuur van het buffervat hoger dan 80 graden is, slaat de houtkachel uit. Het buffervat neemt dan de warmtevraag over. Wanneer de houtkachel aanstaat en de temperatuur van het buffervat zakt onder de 30 graden, dan slaat de verwarmingsketel aan. De simulatie stopt als de houtkachel 25 jaar is. Op dat moment is te zien wat de terug verdientijd in jaren is en wat de totale besparing is. Verder zijn alle kosten en uren van de ketel en houtkachel te zien in de nieuwe situatie met houtkachel en de oude situatie zonder houtkachel.

9.5 Conclusie

Een houtkachel is met de huidige energieprijzen rendabel. Uit praktijkonderzoek is gebleken dat de houtkachels erg goed bevallen. Doordat de houtkachels volledig geautomatiseerd zijn vragen ze weinig onderhoud. Verse houtsnippers moeten 4 maanden drogen, de voorraad houtsnippers moet goed in de gaten gehouden worden. Want als de snippers te kort liggen, zijn ze te nat waardoor het rendement van de kachel naar beneden gaat. Met leveranciers van houtsnippers moeten goede afspraken worden gemaakt, zodat het bedrijf nooit zonder komt te zitten. De exacte terug verdientijd en winst is bedrijfsafhankelijk en kan alleen berekend worden als de warmtevraag voor een bedrijf per uur bekend is.

10 Conclusies

10.1 Praktijkervaringen

Bij de onderzochte bedrijven waren er bij verschillende technieken problemen. Al deze problemen met hun oplossingen zijn weergegeven in tabel 10.1.

Techniek	Problemen	Oplossingen
Zonnedak met luchtopslag	Geen problemen, werkt erg goed.	
Zonnedak zonder luchtopslag	Geen problemen, werkt erg goed.	
Warmtepomp bedrijf 1	Bij het opstarten sloeg een bron vacuüm waardoor grondwater in het water bassin kwam. Communicatie problemen tussen de verschillende installateurs.	Nieuwe bron geboord, bassin gespoeld maar ze hadden wel 600.000 doden irissen. Veel praten en de extra kosten waren voor het bloembollenbedrijf.
Warmtepomp bedrijf 2	Aansturingsproblemen, onderhoudsproblemen, installatie problemen.	Aansturing aangepast, voor de onderhoudsproblemen is de fabrikant ingeschakeld, nog geen echte oplossing gevonden. De installatie problemen zijn verholpen door nieuwe pompen te plaatsen.
Warmtepomp bedrijf 3	Warmte te kort bij het opstarten.	Het bedrijf kon oude warmte die ze jaren met de koelmachine in de grond hebben gepompt gebruiken. Het systeem had een paar maanden eerder moeten starten.
Warmtepomp bedrijf 4	Communicatie problemen tussen de verschillende installateurs. Het afstellen van de warmtepomp.	Veel praten en de extra kosten waren voor het bloembollenbedrijf. Het afstellen kostte erg veel tijd, dit heeft de kweker zelf gedaan.
WKK bedrijf 1	2 jaar lang aansturingsproblemen gehad, geen goede communicatie tussen Sercom en van Zandvere de WKK leverancier.	Veel aanpassen aan de aansturing. Veel praten en de extra kosten waren voor het bloembollenbedrijf.
WKK bedrijf 2	Motor liep een paar keer in elkaar.	De zuigers zijn vervangen.
Houtkachel bedrijf 1	Geen problemen, werkt erg goed.	
Houtkachel bedrijf 2	Geen problemen, werkt erg goed.	

Tabel 10.1 Technieken, problemen en oplossingen

10.2 Rendabiliteit energietechnieken

De zonnedaken met of zonder luchtopslag werken goed en er zijn geen problemen. De investeringsbedragen zijn niet hoog, zelfs als de gasprijs daalt, is een zonnedak nog rendabel. Een zonnedak is alleen toepasbaar bij nieuwbouw, omdat het bij een bestaand bedrijf haast niet mogelijk is om in te bouwen. Bij een zonnedak met luchtopslag moet er rekening gehouden worden met een ruimte waar de lucht opgeslagen kan worden. Bij een zonnedak zonder luchtopslag moet er rekening gehouden worden met de ramen en de bevestiging van de lampen aan het plafond.

Warmtepompen hebben in het begin een aantal problemen gegeven. De aansturingsproblemen komen door een gebrek aan kennis van de toepassing van een warmtepomp op een bloembollenbedrijf. Nadat de aansturingsproblemen opgelost zijn, werken de systemen goed. Tijdens de installatie van het systeem moet een partij verantwoordelijk zijn voor alles, dit voorkomt een hoop problemen. Installatiebedrijven willen snel de schuld afschuiven op een ander. Financieel is de warmtepomp met de huidige energieprijzen zonder subsidie rendabel, de terugverdientijd is wel erg lang ten opzichte van de levensduur. Een warmtepomp

wordt rendabeler als het verschil tussen de gas en elektraprijs groter wordt.

WKK's hebben in het begin problemen gegeven bij de bloembollenbedrijven, na het oplossen van deze problemen werken de WKK's goed. Een WKK is met de huidige energieprijzen rendabel, maar dan moet de vrijgekomen warmte goed worden gebruikt. Het rendabelst is een WKK waarvan alle elektra en warmte gebruikt wordt. Hoe kleiner de spreiding tussen gas en elektra is, hoe groter de winst voor een WKK is. De exacte terug verdientijd en winst is bedrijfsafhankelijk en kan alleen berekend worden als de warmtevraag voor een bedrijf per uur bekend is.

De houtkachels werken goed en er zijn geen problemen. De investeringsbedragen zijn niet hoog. Een houtkachel is met de huidige energieprijzen rendabel. Doordat de houtkachels volledig geautomatiseerd zijn vragen ze weinig onderhoud. De exacte terug verdientijd en winst is bedrijfsafhankelijk en kan alleen berekend worden als de warmtevraag voor een bedrijf per uur bekend is.

Een geothermische installatie heeft hoge investeringskosten, maar deze installatie heeft ook een hoge opbrengst. Bij voldoende vraag aan warmte verdient de installatie zich altijd terug. Maar een bloembollenbedrijf gebruikt te weinig gas om deze installatie rendabel te maken. Het zou een optie zijn dat meerdere grote bedrijven één bron gebruiken, maar in Nederland is er geen plek waar zulke bedrijven geclusterd liggen.

Zonnepanelen zijn onderhoudsarm. Voor bloembollenbedrijven die een schuur dak hebben, waarbij het instralingspercentage tussen de 85-100% is, is het interessant om zonnepanelen aan te schaffen. De terug verdientijd hangt af van de energieprijs, hoe sneller deze stijgt hoe eerder de panelen terugverdiend zijn. Bij een energieprijsstijging van 3% per jaar worden zonnepanelen altijd terugverdiend.

Windmolens zijn rendabel voor bedrijven die meer stroom verbruiken dan de windmolen opwekt en zich op een plek bevinden waar de gemiddelde windsnelheid hoger dan 5.42 meter per seconde is. De terug verdientijd en besparingen hangen helemaal af van de energieprijsstijging. Een bijkomend nadeel, voor een windmolen met een groter vermogen dan 2 kW, is dat er een vergunning nodig. Sommige gemeentes willen hier geen vergunning voor geven, want ze vinden het horizonvervuiling.

10.2.1 Telers

Voor bedrijven die alleen telen, is een WKK en houtkachel niet rendabel, omdat de warmtevraag voor telen van korte duur is. Een warmtepomp is rendabel, alleen de terugverdiendtijd is erg lang, maar dan moet het bedrijf wel voorjaars en najaars bollen telen. De warmtepomp wordt rendabeler als de spreiding groter wordt tussen de elektra en gasprijs. Met de zonnecollectoren kan de aquifer van de warmtepomp worden verwarmd. Maar voor deze bedrijven is een zonnedak met of zonder lucht opslag wel rendabel. Wanneer bedrijven een nieuwe schuur neerzetten is het heel interessant om een zonnedak met of zonder lucht opslag in gebruik te nemen. Voor bedrijven die vrij te besteden vermogen hebben en hun schuren staan zo dat het instralingspercentage tussen de 85-100% is, is het zeer interessant om zonnepanelen aan te schaffen vooral omdat zonnepanelen in kleine stapjes uitgebreid kunnen worden. Wanneer het bedrijf zich bevindt in een omgeving waar de windsnelheid hoger dan 6 meter per seconde is het interessant om een windmolen aan te schaffen. Het bedrijf moet wel alle opgewekte stroom gebruiken, echter de investeringskosten voor een windmolen zijn erg hoog.

10.2.2 Broeiers

Voor bedrijven die alleen broeien is een WKK en houtkachel rendabel. Een warmtepomp is rendabel, alleen de terugverdiendtijd is erg lang, de warmtepomp wordt rendabeler als de spreiding groter wordt tussen de elektra en gasprijs. Met de kas kan in de zomer de aquifer van de warmtepomp worden verwarmd. Een zonnedak met of zonderlucht opslag is niet mogelijk omdat er in de winter weinig zonne instraling is. Een windmolen is niet rendabel omdat een broeierij te weinig stroom verbruikt. Voor bedrijven die vrij te besteden vermogen hebben en hun schuren staan zo dat het instralingspercentage tussen de 85-100% is,

is het zeer interessant om zonnepanelen aan te schaffen vooral omdat zonnepanelen in kleine stapjes uitgebreid kunnen worden.

10.2.3 Teler/broeiers

Een WKK is rendabel als de opgewekte warmte goed wordt gebruikt. Hoe kleiner de spreiding tussen gas en elektra is hoe groter de winst voor een WKK is. Een houtkachel is met de huidige energie prijzen rendabel. De terugverdientijd voor een WKK en houtkachel kan alleen berekend worden met de exacte warmtevraag. Een warmtepomp is rendabel alleen de terugverdientijd is erg lang, de warmtepomp wordt rendabeler als de spreiding groter wordt tussen de elektra en gasprijs. Met de kas kan in de zomer de aquifer van de warmtepomp worden verwarmd.

Voor deze bedrijven is een zonnedak met of zonder lucht opslag wel rendabel. Wanneer bedrijven een nieuwe schuur neerzetten is het heel interessant om een zonnedak met of zonder lucht opslag in gebruik te nemen. Voor bedrijven die vrij te besteden vermogen hebben en hun schuren staan zo dat het instalingspercentage tussen de 85-100% is, is het zeer interessant om zonnepanelen aan te schaffen vooral omdat zonnepanelen in kleine stapjes uitgebreid kunnen worden. Wanneer het bedrijf zich bevindt in een omgeving waar de gemiddelde windsnelheid hoger dan 6 meter per seconde is het interessant om een windmolen aan te schaffen. Het bedrijf moet wel alle opgewekte stroom gebruiken, echter de investeringskosten zijn erg hoog voor een windmolen.

10.2.4 Samengevat

In tabel 10.2 zijn de conclusies samengevat waarbij de minimale bedrijfsgrootte toegevoegd zijn. + is rendabel, - is niet rendabel.

	Teler	Hectare	Broeier	1000 stuks	Teler/broeier	Hectare
Zonnepanelen	+	>0	+	>0	+	>0
Windmolen	+	>18	-	n.v.t.	+	>18
Zonnedak met luchtopslag	+	>5	-	n.v.t.	+	>5
Zonnedak zonder luchtopslag	+	>5	-	n.v.t.	+	>5
Warmtepomp	+	>38	+	>1400	+	>27
Geothermie	-	n.v.t.	-	n.v.t.	-	n.v.t.
WKK	-	n.v.t.	+	>1900	+	>21
Houtkachel	-	n.v.t.	+	>1200	+	>13

11 Aanbevelingen

- Het verdient aanbeveling voor alle bedrijfstypen om zonnepanelen toe te passen als het instralingspercentage op het dak minimaal 85% is
- Het verdient aanbeveling voor telers en teler/broeiers om een windmolen toe te passen als de gemiddelde windsnelheid hoger dan 5.42 meter per seconde is.
- Het verdient aanbeveling voor telers en teler/broeiers om een zonnedak met of zonder lucht opslag toe te passen als er nieuw gebouwd wordt, omdat een zonnedak met of zonder lucht opslag in de warmtevraag van deze bedrijven kan voorzien en daarom rendabel is.
- Het verdient aanbeveling voor alle bedrijfstypen om een warmtepomp toe te passen, maar een teler moet wel voorjaars- en najaarsbollen telen, omdat een warmtepomp in de warmtevraag van deze bedrijven kan voorzien en daarom rendabel is.
- Het verdient aanbeveling voor alle bedrijfstypen om geothermie niet toe te passen omdat de warmtevraag voor alle bloembollen bedrijven te laag is.
- Het verdient aanbeveling voor teler/broeiers en broeiers om een WKK toe te passen, omdat een WKK in de warmtevraag van deze bedrijven kan voorzien en daarom rendabel is. Voor een teler is een WKK niet rendabel omdat de warmtevraag te laag is.
- Het verdient aanbeveling voor teler/broeiers en broeiers om een houtkachel toe te passen, omdat een houtkachel in de warmtevraag van deze bedrijven kan voorzien en daarom rendabel is. Voor een teler is een houtkachel niet rendabel omdat de warmtevraag te laag is.
- Bij de installatie van duurzame energietechnieken moet één bedrijf de hoofdverantwoordelijkheid hebben. Dit voorkomt ergernissen achteraf als er problemen zijn.

12 Bronnen

12.1 Verwijzingen

- [1] Sunny way solar, leverancier zonnepanelen
- [2] Schulte, installatiebedrijf
- [3] Nuon, leverancier stroom
- [4] Horizon Renewables, Ruth Mc Guigan, leverancier windmolens
- [5] Kreuk, bloembollenbedrijf
- [6] ECN, energie onderzoek centrum
- [7] Voorbij funderingstechniek, heipalen leverancier
- [8] Ammerlaan grond en hydrocultuur VOF, grondboring
- [9] Ener-g, Jurgen Bergman, leverancier WKK
- [10] www.houtsnippers.nl, leverancier houtsnippers
- [11] Bio Energie Nederland BV, leverancier houtkachels
- [12] HDG Bavaria, fabrikant houtkachels
- [13] TNO, onderzoeks centrum

12.2 Geïnterviewde bedrijven

- Nic van schagen & Zn. B.V., Cornel van Schagen
- De Wit bloembollen B.V., Arjan Bekker
- Pronk tulpen B.V., Mark Pronk
- Aquaflores, Marcel Boos
- Fa. Gerard de Waard
- Amazone Amarylliss
- Gerard Dekker
- Kreuk
- Ten have

12.3 Overigen

- Estufa, fabrikant houtkachels
- Viessmann Group, fabrikant houtkachels
- Wagemaker, bloembollenbedrijf
- Toegepaste energietechniek duurzame energie, Ouwehand J., Papa T.J.G., Gilijamse W., Geus de J., 2005
- ECN, energie onderzoek centrum
- KNMI, weer metingen
- www.zonnepanelen-info.nl, informatie leverancier
- TU Delft, onderzoekscentrum
- Jeroen Wildschut, onderzoeker PPO systeeminnovatie en energie
- Kim van der Putten, onderzoeker PPO energie en innovatie
- Solarworld, zonnepanelen fabrikant
- Fundamentals of Engineering Thermodynamics, Moran M.J., Shapiro H.N., 2010