

***Studie energieclustering en centrale CO₂-benutting in
glastuinbouwclusters en industrie in de provincie Antwerpen***

Oktober 2017

Uitgevoerd door:

Thomas More Kempen vzw

Kenniscentrum Energie

Herman Marien, Bert De Schutter,
Michiel Van Erdeweghe, Jeroen van Roy, Griet Janssen

1 Inleiding

Binnen de Vlaamse landbouw levert de glastuinbouw een belangrijke bijdrage aan de economische activiteit van de provincie Antwerpen. Rond twee internationaal belangrijke veilingen is een glastuinbouwsector ontwikkeld die een grote toegevoegde waarde per oppervlakte-eenheid biedt. Vanuit de provincie Antwerpen gaat veel aandacht naar een ruimtelijk beleid waarin deze economische pijler zich kan handhaven. Vernieuwen, optimaliseren en verduurzamen zijn keywords waarmee de sector dagelijks wordt geconfronteerd.

Het beleid richt zich op het concentreren en behouden van de glastuinbouwregio's en stimuleert de ontwikkeling van glastuinbouwclusters wanneer extra aandacht gaat naar milieu- en energieaspecten.

Ondanks grote investeringen om de glastuinbouwsector te verduurzamen, blijft het een grote energieverbruiker. Innovatie blijft dan ook broodnodig. Een haalbaarheidsstudie van (Coomans et al., 2014) toonde aan dat gemeenschappelijke verwarmingsinstallaties en warmtenetten een veelbelovende toepassing zijn voor de sector. Naar aanleiding van deze haalbaarheidsstudie werd aan het Kenniscentrum Energie van Thomas More (KCE) de opdracht gegeven om voor verschillende zones in de provincie Antwerpen, een studie uit te voeren naar energieclustering en centrale CO₂-benutting. Ook de mogelijkheid om in een latere fase nieuwe technologieën als energie- of warmtebron te implementeren, werd in deze studie opgenomen.

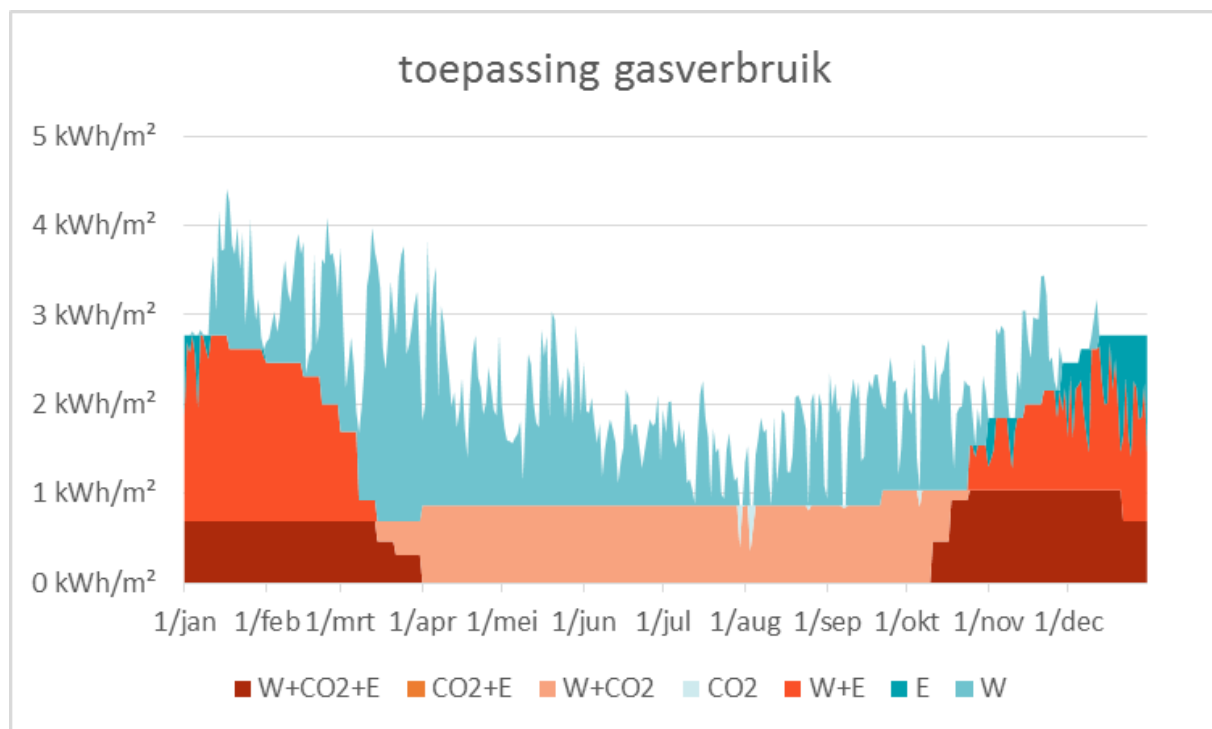
Het onderzoek wordt uitgevoerd voor vier projectsites gelegen in Merksplas, Hoogstraten, Rijkevorsel en Sint-Katelijne-Waver. In nauw overleg met de betrokken glastuinbouwbedrijven uit elk van de onderzochte sites, werd uitgewerkt op welke manier een warmtenet ingepland kan worden in hun specifieke geval en wat de technische en economische implicaties hiervan zouden zijn. Verder werd de haalbaarheid onderzocht van het onderling uitwisselen van warmte en/of CO₂ tussen de glastuinbouwbedrijven, werd nagegaan of een centrale warmte-opwekking door bijvoorbeeld het gebruik van geothermie haalbaar is en of warmte-levering aan derden interessant kan zijn.

2 Gebruik van gas in glastuinbouwbedrijven: warmte, elektriciteit en CO₂

Voor een optimale groei van de gewassen heeft een glastuinbouwbedrijf niet alleen nood aan de nodige warmte om het klimaat in de serre in balans te houden, ook de nodige elektriciteit en CO₂ zijn hierbij onontbeerlijk. Opdat planten aan fotosynthese kunnen doen, is de nodige concentratie aan CO₂ noodzakelijk. Binnen een serre-omgeving, moet deze concentratie bovendien sterk verhoogd worden zodat de planten een hogere capaciteit aan fotosynthese kunnen bereiken. Elektriciteit tot slot wordt gebruikt voor belichting in de serre, zodat de aanwezige CO₂ optimaal benut kan worden om voedingsstoffen voor de plant te produceren. Dit maakt het mogelijk om een veel efficiëntere productie te verkrijgen, de capaciteit te verhogen en een kwalitatief product over een langere tijdsspanne aan te kunnen bieden.

In de vier onderzochte projectsites zijn er verschillende warmtekrachtkoppelingssystemen (wkk's) geïnstalleerd in kader van het Vlaams klimaatsbeleidsplan 2006-2012. Het grote voordeel van deze systemen is dat ze bij het verstoken van aardgas gelijktijdig warmte en elektriciteit kunnen opwekken zodat er op die manier heel hoge rendementen behaald worden. Dit levert een aanzienlijke primaire energiebesparing op waardoor de technologie in de glastuinbouw vrij sterk verspreid is. Zo zijn er in de projectsite Merksplas 10, in Hoogstraten 3, in Rijkevorsel 4 en in Sint-Katelijne-Waver 6 wkk-installaties geplaatst.

In de glastuinbouw dient het verstoken van aardgas in een wkk drie doelen, namelijk het voorzien van warmte, elektriciteit en CO₂. De warmte is nodig om het klimaat in de serre optimaal te houden voor de plantengroei. Elektriciteit kan gebruikt worden voor de belichting in de serre en als verzekering van de energiebevoorrading en elektriciteitsbalancering in tijden van elektriciteitschaarste op het net. De rookgassen die vrijkomen bij de aardgasverbranding in de wkk worden eerst gereinigd, om schadelijke stoffen zoals etheen of NO_x af te vangen, voordat ze in de serre worden geïnjecteerd. Op deze manier wordt de CO₂-concentratie in de serre verhoogd zodat de planten een hogere capaciteit om aan fotosynthese te doen kunnen bereiken. De verbranding van 1000 kWh_{CO₂} gas met een wkk levert ongeveer 550 kWh warmte, 3000 mol licht en 0.2 ton CO₂ op. Op jaarbasis is er nood aan een extra toegevoegde 1700 mol PAR-licht/m² en 50 tot 75 kg CO₂/m². Deze hoeveelheden zijn niet constant doorheen het jaar, maar variëren (Figuur 1). Om het gas zo efficiënt mogelijk te gebruiken voor het bedrijf, moet het voor zoveel mogelijk producten gelijktijdig gebruikt worden. Het gebruik van gas voor de productie van warmte, elektriciteit en CO₂-bemesting is dus meer gewenst dan het gebruik van gas enkel voor de productie van warmte. In de figuur is het meest efficiënte gasverbruik aangegeven met een donkerrode kleur, hoe minder rendabel het gasverbruik is, hoe meer de kleur evalueert naar een blauwe kleur. Het is dus interessant om manieren te zoeken om de geproduceerde energie-vormen te benutten wanneer deze niet nodig zijn in de serre. Mogelijkheden hiervoor zijn het gebruik van een buffervat om warmte op te slaan, de ontwikkeling van een technologie voor de opslag van CO₂ en het gebruik van een warmte- of CO₂-net om deze te delen met andere glastuinbouwbedrijven in de projectsite of met externen. Wanneer de warmte en CO₂ voldoende gebufferd kan worden, kan de wkk draaien op basis van de elektriciteitsvraag.



Figuur 1: De hoeveelheid gas die verbrandt wordt met een wkk doorheen het jaar weergegeven volgens doel. W: warmte, E: Elektriciteit en CO₂: voor CO₂-bemesting

3 Energieprofielen

Om een degelijke analyse uit te voeren op gebied van warmte- en CO₂-uitwisseling, zijn zeer gedetailleerde energieprofielen noodzakelijk en dit voor elk van de betrokken bedrijven binnen de vier projectsites: Merksplas, Hoogstraten, Rijkvorsel en Sint-Katelijne-Waver.

Zeer gedetailleerde energieprofielen (verbruik van elektriciteit, warmte en CO₂) werden samengesteld in nauwe samenwerking met de betrokken telers, en dit enerzijds op basis van de huidige bedrijfssituatie, maar er werd ook rekening gehouden met de toekomstvisie van elk van de individuele telers. Uit deze analyse volgt een verwachting dat over 5 jaar de zones Merksplas, Hoogstraten, Rijkevorsel en Sint-Katelijne-Waver zullen bestaan uit respectievelijk 93 ha, 30 ha, 18 ha en 28 ha verwarmde serres. In de verdere analyses, werd dan ook rekening gehouden met de situatie die mogelijk verwacht wordt over 5 jaar.

Vanuit het geaggregeerde profiel van elke zone, konden vervolgens overlap- en uitwisselingsmogelijkheden op vlak van warmte en CO₂ worden bepaald. Ook de inpassing van een extra centrale hernieuwbare energiebron binnen de cluster, kon zo goed geanalyseerd worden.

Aan de hand van het Grootschalig Referentie Bestand Vlaanderen (GRB) en de inplanting van de individuele stookplaatsen is vervolgens, in een participatietraject met de betrokken bedrijven, een optimaal warmtenettraject uitgetekend. Het potentiële traject werd vervolgens hydraulisch en financieel uitgewerkt. Hiertoe werd ook een rekentool voor de bedrijven ontwikkeld. De bedrijfsprofielen, de geaggregeerde profielen, alsook het uitgewerkte warmtenettraject, maken deel uit van de vertrouwelijke rapporten “Studie energieclustering en centrale CO₂-benutting in glastuinbouwclusters in de provincie Antwerpen. (2016 & 2017)”

4 Ontwerp van warmtenetten tussen glastuinbouwbedrijven

Bij het ontwerpen van warmtenetten tussen glastuinbouwbedrijven is het belangrijk rekening te houden met een aantal ontwerpvoorwaarden. Vanuit technisch oogpunt is het grote verschil met bestaande warmtenetten in residentiële woonwijken, dat glastuinbouwbedrijven de mogelijkheid moeten hebben om, gedurende het hele jaar, warmte te injecteren of af te nemen van het warmtenet. Daarnaast moet het warmtenet ook bestand zijn tegen een chaotisch verloop van het nodige vermogen van de injectiepompen. Dit verloop is onder andere afhankelijk van de marktsituatie (energie), het weer en de teelt. Ook moet er een grote centrale buffer voorzien worden. De huidige bedrijfsbuffers zijn daardoor enkel nog nodig voor de bedrijfszekerheid, warmte-opslag zal gebeuren via een warmtenet. Op het vlak van beheer is het belangrijk dat zo veel mogelijk in eigen beheer uitgevoerd kan worden, dat het ontwerp eenvoudig en bedrijfszeker is en dat de beheerskosten laag blijven. Om dit te realiseren werd er, in overleg met de betrokken tuinders, vanuit gegaan dat, indien mogelijk, de kortste weg tussen de verschillende bedrijven gevolgd moet worden en dat de centrale buffer op een strategisch punt geplaatst wordt.

Wanneer we meer specifiek ingaan op het technische plaatje van de warmtenetten moet er een onderscheid worden gemaakt tussen de zekerheid dat slechts één bedrijf op een bepaald moment warmte gaat kunnen injecteren op het warmtenet en de zekerheid dat meerdere bedrijven gelijktijdig warmte kunnen injecteren op het net. In het eerste geval volstaat het om een klassiek tweepijpssysteem aan te leggen, terwijl in het tweede geval het gebruik van een driepijpssysteem aanbevolen is. Een tweepijpssysteem bestaat uit een aanvoer- en een retourleiding. Elk bedrijf dat warmte wil injecteren heeft nood aan een injectiepomp. Het injectievermogen wordt geregeld door het pompdebiet, terwijl het afnamevermogen wordt geregeld via een PICV (*Pressure Independent Control Valve*). In een tweepijpssysteem is er geen centrale buffer nodig, de warmte-uitwisseling tussen bedrijven kan hier direct gebeuren. Het is echter wel moeilijk om de warmte-invulling van de totale zone centraal te beheren, aangezien de status van de verschillende bedrijfsbuffers niet gekend is. Bij het driepijpssysteem wordt de retourleiding zowel gebruikt voor injectie als afname. De injectieleiding en de afnameleiding komen samen in de centrale buffer. Hier wordt een ‘hydraulisch nulpunt’ gecreëerd waardoor de injectiepomp en de afnamepomp elkaar niet beïnvloeden. Uit tal van

uitgevoerde simulaties blijkt dit belangrijk om een hydraulisch regelbaar en onderhoudsvriendelijk systeem te hebben. Uit de technische en financiële analyses blijkt dat de meer investering van een dergelijk systeem wordt gecompenseerd door een lagere opex-kost en relatief eenvoudiger regelsysteem.

Het warmtenet koppelen aan naburige warmte-afnemers is zowel voor case Sint-Katelijne-Waver als Rijkevorsel doorgerekend, de warmtevraag moet voldoende groot zijn om de investering te verantwoorden. Dergelijk uitbreiding zal worden uitgevoerd in een tweepijpsysteem.

5 Opzuivering en uitwisseling van CO₂

Zoals reeds aangehaald is een belangrijk voordeel van het gebruik van wkk's in de glastuinbouw dat deze systemen gelijktijdig warmte en elektriciteit produceren, waardoor ze een grote primaire energiebesparing bekomen. Bij de verbranding van fossiele brandstoffen komt er CO₂ vrij. Deze CO₂ kan gebruikt worden als meststof in de serre. Bij een grote warmtevraag in de serre kan alle CO₂ echter niet ogenblikkelijk gebruikt worden, waardoor het nuttig kan zijn om ze af te vangen en op te slaan voor later gebruik of om ze te verdelen naar andere bedrijven. Een uitgebreide analyse hiervan maakt deel uit van het vertrouwelijke rapport "Studie energieclustering en centrale CO₂-benutting in glastuinbouwclusters in de provincie Antwerpen. (2017)". In dit document wordt een samenvatting gegeven van de belangrijkste bevindingen hieromtrent.

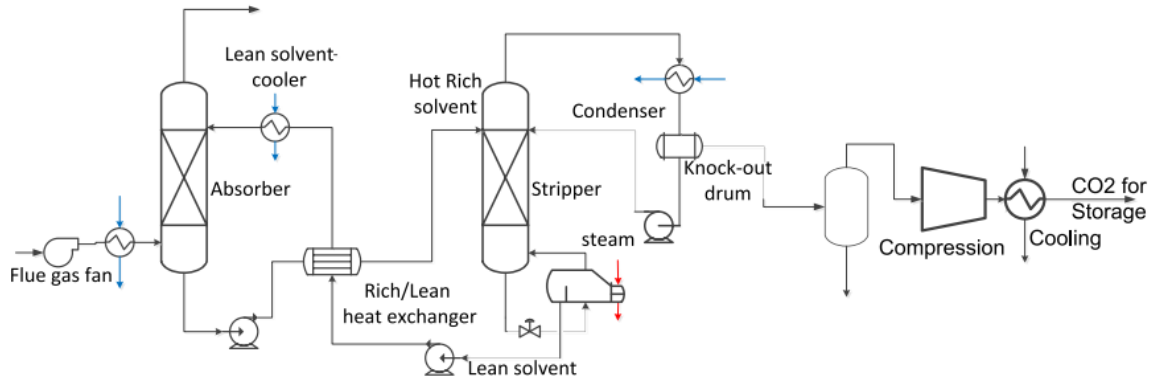
5.1 Het ontwikkelen van een CO₂-net

In eerste instantie werd onderzocht of het gebruik van een CO₂-net om CO₂ uit te wisselen tussen verschillende glastuinbouwbedrijven nuttig kon zijn. Dit werd onderzocht in zone Koekhoven, die als voorbeeld werd aanzien voor andere glastuinbouwzones. Er zijn twee belangrijke bemerkingen te maken omtrent het gebruik van een CO₂-net. Het eerste is dat de vraag naar en het aanbod van CO₂ op elkaar afgestemd moet worden. Ten tweede is bij opslag en/of verdeling van CO₂ een opzuivering van de rookgassen noodzakelijk. De volumepercentages CO₂ in de rookgassen variëren van 5 tot 15 %, afhankelijk van de gebruikte technologie. Het rechtstreekse gebruik van rookgassen zonder opwaardering resulteert daardoor in hoge energieverbruiken bij het verdelen van de CO₂, grote benodigde buisdiameters om voldoende CO₂ te kunnen transporteren en een grotere benodigde opslagcapaciteit. Hierdoor is het belangrijk om de rookgassen op te zuiveren zodat de behaalde volumepercentages van CO₂ veel groter worden.

5.1.1 Opzuiveren van rookgassen

Voor het opzuiveren van rookgassen bestaan er verschillende technieken, opgedeeld volgens 'ingreep op installatie' namelijk pre- en post-combustion. Bij pre-combustion-technieken wordt een behandeling uitgevoerd op de invoer van de verbrandingsinstallatie. Een voorbeeld hiervan is een verbrandingstechniek waarbij gebruik gemaakt wordt van zuivere zuurstof in plaats van gewone lucht om de verbranding te laten plaatsvinden. Dit resulteert dan in een verbranding waarbij enkel CO₂ en waterdamp aanwezig zijn in de rookgassen. Bij post-combustion technieken zal de installatie, door gebruik te maken van membraamtechnologie, absorptie- of adsorptietechnieken de CO₂ in de rookgassen afvangen. De technologie zal pas op de installatie ingrijpen na verbranding, wat de integratie op bestaande installaties mogelijk maakt. In deze studie werd onderzocht welke technieken commercieel beschikbaar zijn. Hier kwam naar voren dat de absorptietechniek op basis van amines momenteel de meest veelbelovende techniek is. Het absorptieproces bestaat uit twee deelprocessen (zie Figuur 2), ten eerste zullen de rookgassen in contact komen met een absorbervloeistof, waarbij waterdamp en CO₂ reageren met de absorbens en zich naar de bodem van de absorberkolom bewegen. In een tweede proces zal de gecapteerde CO₂ en waterdamp in de stripper gescheiden worden van de CO₂-rijke absorbervloeistof. Dit gebeurt door het toevoegen van hoogwaardige warmte

(thermische olie, stoom) op een temperatuur tussen 125 en 140 °C. De CO₂-arme absorbervloeistof zal dan verpompt worden naar de absorberkolom waar het eerste proces zich herhaalt. Een gastroom bestaande uit waterdamp en CO₂ wordt dan naar een condensor geleid waarbij door middel van condensatie deze twee componenten worden gescheiden. Hierna is er een hoog volumepercentage beschikbaar voor opslag of verdeling.



Figuur 2: Typische opstelling van een absorptiesysteem om CO₂ te capteren ¹

5.1.2 CO₂-opslag en -levering

Na het captatieproces van CO₂, zijn er verschillende mogelijkheden om CO₂ te gaan gebruiken. Zuivere CO₂ kan een toepassing krijgen binnen de eigen bedrijfsgrenzen of het kan vermarkt worden binnen de glastuinbouwzone. Ook verkoop van zuivere CO₂ aan industriële spelers die er nood aan hebben, zoals bijvoorbeeld de voedingsindustrie, is een mogelijkheid.

5.1.3 Opslag in gasvormige toestand

Tijdelijke opslag van CO₂ op de bedrijfssite is mogelijk met behulp van een balg. Deze opslagmethode kent een relatief groot oppervlaktegebruik. Omdat dit gaat over gasopslag, is het mogelijk om de opslagcapaciteit drijvend op de waterreservoir te monteren. Deze manier van gasopslag is mogelijk onmiddellijk na de afvanginstallatie.

5.1.4 Opslag in vloeibare vorm

Wanneer na de CO₂-afvanginstallatie het gas onderkoeld (om alle waterdamp te laten condenseren) en vervloeit wordt, blijft enkel nog zuivere CO₂ over. Enkel na vervloeien is het mogelijk om een 'Food-grade'-label te halen, wat belangrijk kan zijn bij het vermarkten van de CO₂. Daarnaast vergroot, door de vervloeijing van de CO₂, de dichtheid, en is er bijgevolg minder opslagcapaciteit nodig om eenzelfde hoeveelheid CO₂ te stockeren. Het grote nadeel van vervloeien is dat dit een energie-intensief proces is.

5.1.5 Opslag en verdeling via pijpleiding

Naar analogie van het OCAP-project en de glastuinbouwcluster in Terneuzen, Nederland, is het mogelijk om CO₂ te distribueren tussen de glastuinbouwbedrijven. Hiervoor wordt het CO₂-gas gecomprimeerd en in een buizenet geïnjecteerd, die eveneens dient als opslagcapaciteit of buffer. Net zoals bij opslag in gasvormige vorm zonder nabehandeling is er aandacht nodig voor de afvoer van het condenswater. Een nabehandeling is noodzakelijk wanneer men gebruik maakt van stalen leidingen.

¹ Khalilpour, R., Mumford, K., Zhai, H., Abbas, A., Stevens, G., Rubin, E.S., 2015. Membrane-based carbon capture from flue gas: a review. *Journal of Cleaner Production*. 103. 286-300; doi: 10.1016/j.jclepro.2014.10.050

6 Conclusie

In de studie 'Energieclustering en centrale CO₂-benutting in glastuinbouwclusters' werd een concept ontwikkeld dat de samenwerking tussen glastuinbouwbedrijven mogelijk maakt door middel van een warmte- en CO₂-net. Dit concept is inzetbaar in glastuinbouwclusters in de provincie Antwerpen en is geconcretiseerd in de glastuinbouwclusters Merkplas, Rijkevorsel, Hoogstraten en Sint-Katelijne-Waver. Deze studie werd op 31 augustus 2017 afgerond.

Het opstellen van een warmtekaart voor zowel productie als afname is enorm belangrijk om potentiële participanten op het warmtenet te detecteren. Naast een juiste inschatting van het potentieel volume, is het matchen van de verschillende profielen belangrijk. Het blijkt ook dat elke situatie een situatie-specifieke aanpak vraagt. De afstand waarover warmte getransporteerd moet worden mag niet te groot zijn, omdat dit de prijs sterk laat toenemen. Daarnaast is het ook cruciaal dat er een voldoende grote warmteafzet gecreëerd kan worden zodat de Capex- en Opex-kosten gedrukt kunnen worden.

Uit analyse bleek ook dat de nood aan CO₂ en het gebruik van de verwarmingsinstallaties in de glastuinbouw niet per definitie op hetzelfde moment plaatsvindt. Daarom werd geanalyseerd wat het potentieel is van een CO₂-captatie-installatie die gebruikt wordt voor het afvangen van de aanwezige CO₂ uit rookgassen afkomstig van verbrandingsprocessen die voorkomen op glastuinbouwbedrijven. Uit de analyse blijkt dat het gebruik van deze technieken technisch mogelijk zijn, maar dat, op dit moment, de kosten die hieraan verbonden zijn te hoog zijn. Mogelijkheden waarin deze technologie toch interessant kan zijn, is wanneer er een interessante afzetmarkt aanwezig is, wanneer er meerdere wkk's aanwezig zijn op het bedrijf waarvan de rookgassen afgevangen kunnen worden, of wanneer er een 'centrale stookplaats' gebruikt wordt om bedrijven in een cluster van de nodige warmte te voorzien. Deze centrale stookplaats zou dan voorzien in de warmtevraag van de aangesloten bedrijven door het gebruik van een batterij wkk's, biomassaketels of gasketels.

Uit de studie blijken een aantal juridische en wetgevende belemmeringen die de realisaties van warmtenetten in glastuinbouwclusters vertragen. Zo is het koppelen van twee bedrijven met een wkk in de praktijk moeilijker realiseerbaar, en dit omwille van het juridische kader rond *beschikbare warmte*.

Tot slot toont de studie aan dat een koppeling tussen een glastuinbouwbedrijf met een wkk en een andere warmtevrager zonder wkk (zoals landbouw, industrie, zwembad, appartementsgebouw,...), zowel economische als ecologische voordelen biedt voor beide partijen. Dergelijke koppeling kent geen juridische en wetgevende belemmeringen en kan zowel binnen als buiten de glastuinbouwsector toegepast worden.