

WKK-ontmoetingsdag

Cogeneratie klaar voor de toekomst

Transitie naar CO₂-arme energieconversie

WKK's en Warmtepompen in symbiose



Stephan Thys - AGFA



1

1

Transitie naar CO₂ arme Energie Conversie

WKK 's en Warmtepompen in symbiose



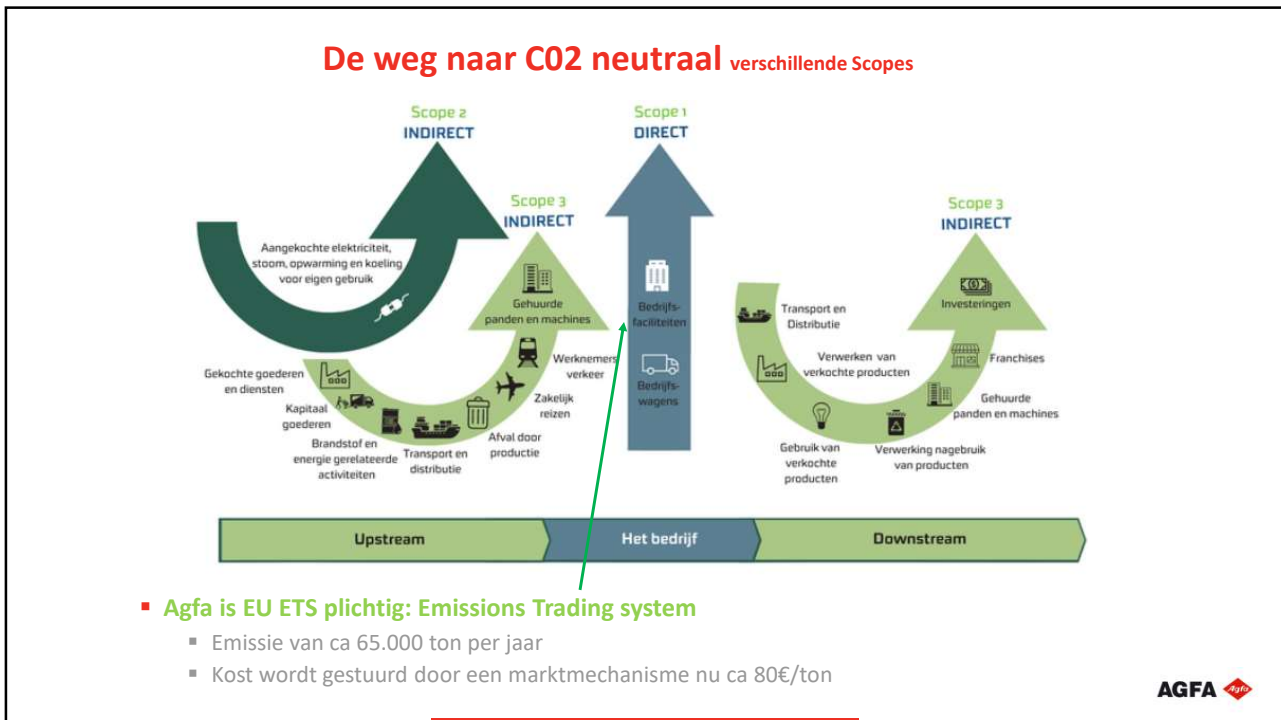
COGEN WKK ontmoetingsdag 28/10/2023

28/10/2023

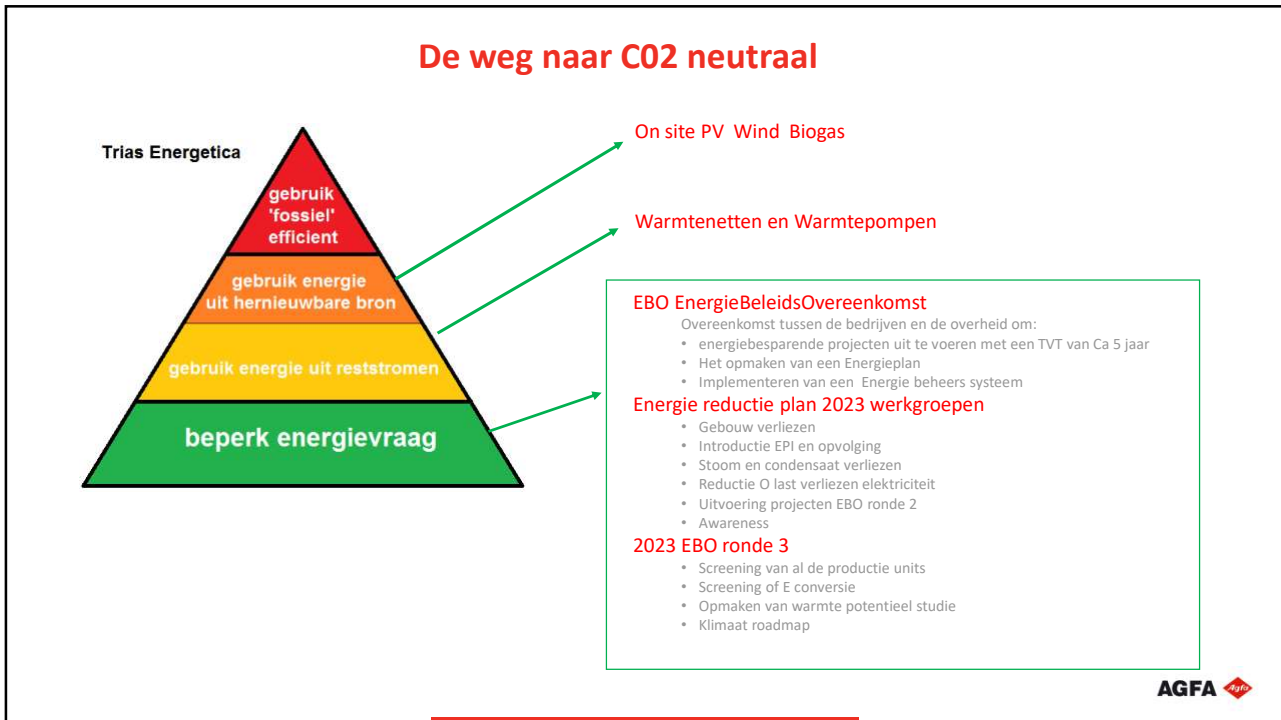
Stephan Thys
Energie Manager



2



3



4

De weg naar CO2 neutraal



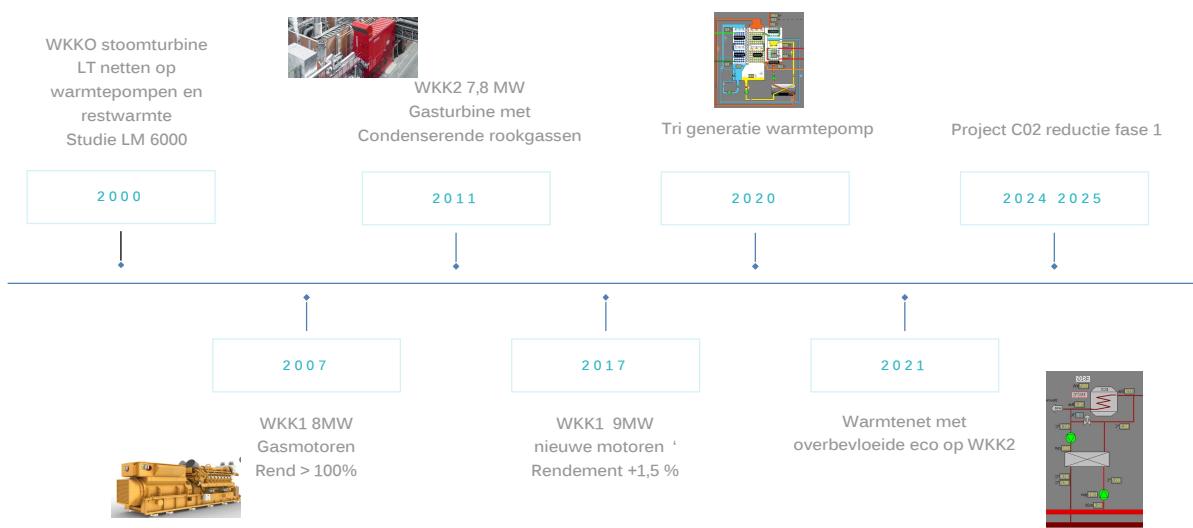
De Weg naar CO2 neutraal					
Scope 1		Scope 2		Scope 3	
PRIO	technieken	prio	technieken	prio	technieken
1	verminder noodzakelijk verbruik gebruik warmte op zolaag mogelijk temperaturen	recuperatie	verminder noodzakelijk verbruik		minimaliseer indirecte emissies duurzaam ondernemen
2a	maximaliseer circulaire energie	Warmtepompen	zet in op on site (groene) PPA	PV, Wind	
2b	zoek afvalwarmte bij jou in de buurt		zet in op (groene)PPA		
2c	gebruik groene brandstoffen	WKK verbranden →	koop groene stroom		
2d	elektrificeer	e boiler			
3	hoogrendements systemen Carbon Capture Units	WKK CCU →			

PPA = Power Purchase Agreement



5

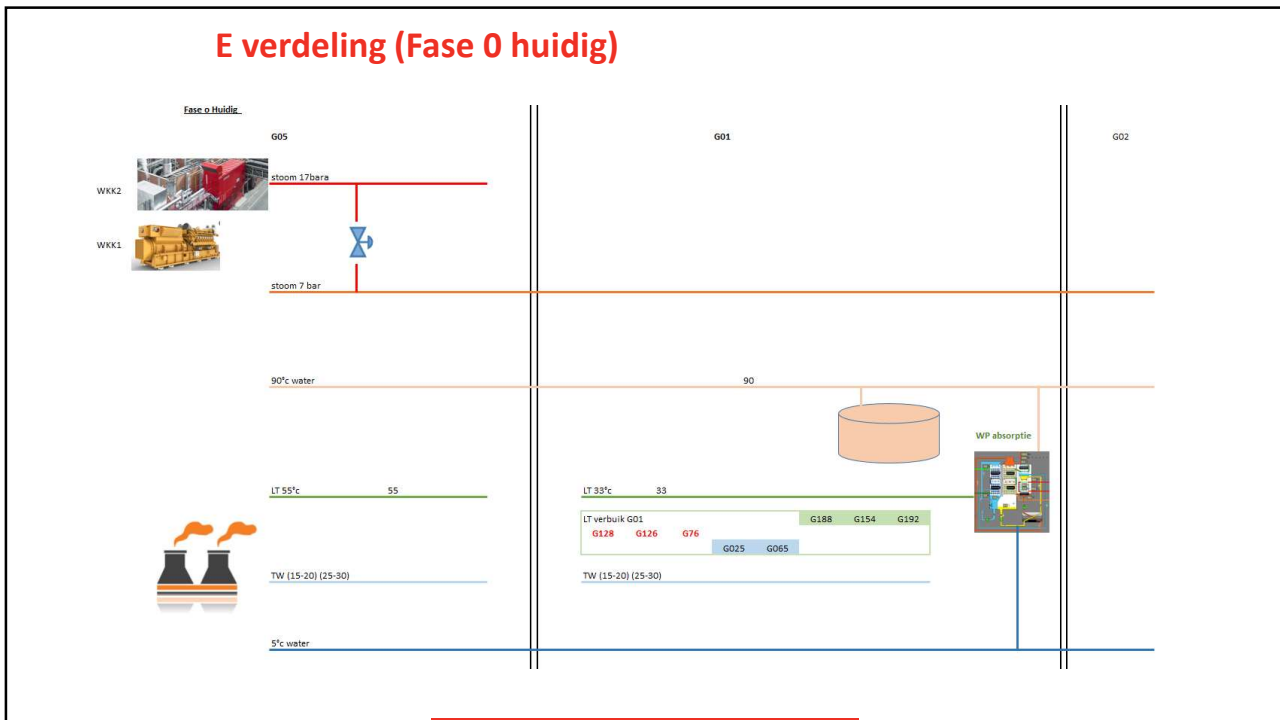
Tijdlijn Agfa



6

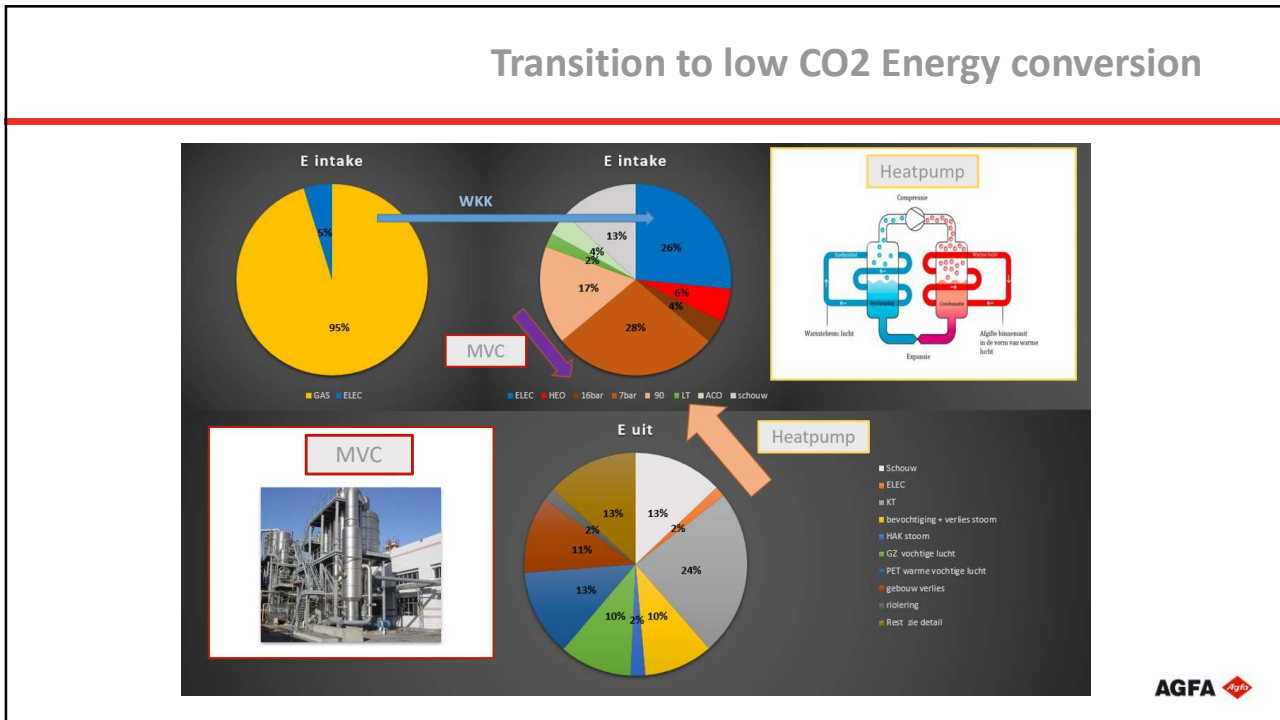
6

E verdeling (Fase 0 huidig)

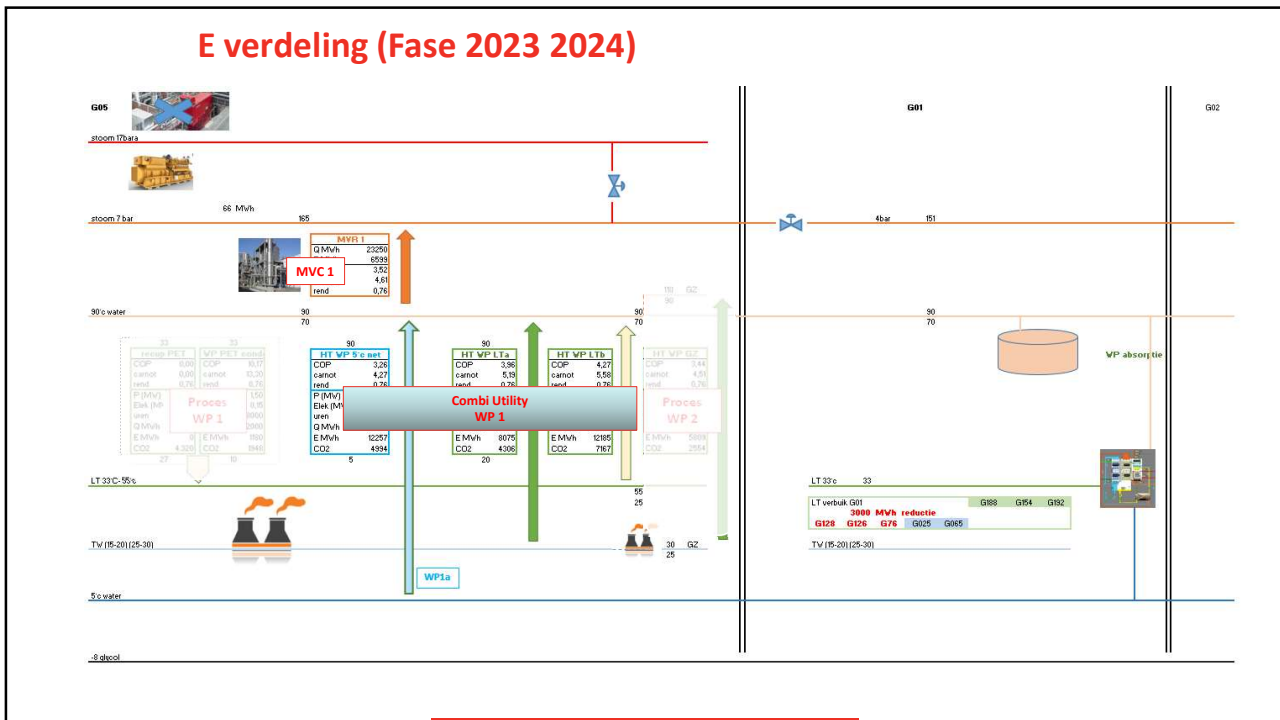


7

Transition to low CO2 Energy conversion



8



9

Warmtepomp: MVC + WP 5- LT-90°C E verdeling

- Warmtepompen :
 - Oppompen van warmte van:
 - 5 graden water
 - Torenwater
 - Proces warmte / condensatie
 - Rookgascondensatie
 - ...
- Naar 90°C net
- MVC heatpump: Mechanical Vapor Compression
 - Oppompen van warmte :
 - Van 90 - 70 water
 - Naar stoom 165°C 7bara

10



10

Koelmedia: 1980 -> 2030

De transitie naar natuurlijke koelmedia

eigenschappen koelmedia							
	omschrijving	formule	kookpunt	GWP	ODP	brandbaar	
R718	water	H2O	100 °c	0	0	natuurlijk	2030
R717	Amoniak	NH3	-32 °c	0	0	natuurlijk	2030
R744	CO2	CO2	-78,5 °c	1	0	natuurlijk	2030
R290	propana	C3H8	-42 °c	3	0	natuurlijk	2030
R11	Trichloorfluormethaan	CCl3 F	23 °c	4750	1	Synthetisch	1980
R12	Dichloordifluormethaan	CF2Cl2	-29,8 °c	10890	1	Synthetisch	1980
R22	Difluorchloormethaan	C2Cl2F	-40,8 °c	1760	0,055	Synthetisch	1990
R134a	tetrafluorethaan	C2H2F4	-26,5 °c	1430	0	Synthetisch	2005
R32	Difluormethaan	CH2F2	-51,7 °c	675	0	Synthetisch	2025
R1234	tetrafluoropropen	C3H2F4	-30 °c	4	0	Synthetisch	2025
R1233	1-Chloro-3,3,3-trifluoropropene	C3H2ClF3	18,3 °c	1	0	Synthetisch	2030

- We zien:
 - een uitfasering van gassen met hoge ODP (ozon depletion potential) 1980 -> 2005
 - Een vermindering van de GWP (Global Warming Potential) 1980 -> 2030
 - Momenteel worden er ook vragen gesteld bij de fluor verbindingen
 - Duidelijke voorkeur naar natuurlijke koelmedia
- Warmtepompen met een vermogen van meer dan 12 kW moeten vanaf 2027 zijn gevuld met een koudemiddel met een GWP van minder dan 750. ; nieuwe wetgeving op komst voor grotere

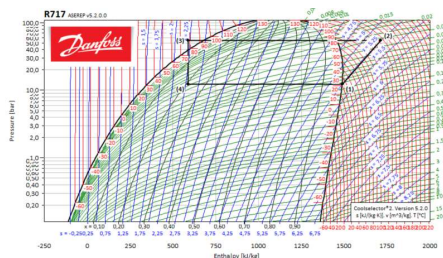
11



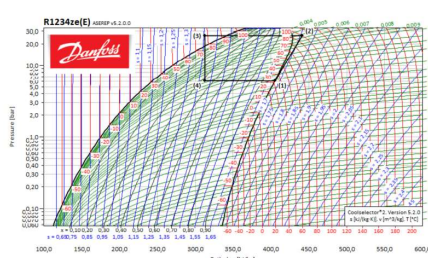
11

Koelmedia en kringproces <100°C

Keuze van koelmedia en COP van kringproces



Figuur 6.11: Log p-h diagram van R717 met 15°C onderkoeling en een isentropisch rendement van 100%.



Figuur 6.12: Log p-h diagram van R1234ze met 15°C onderkoeling en een isentropisch rendement van 100%.

- Cyclus NH3 is merklijk groter is R1234ze
- Verdampingsenthalpie 1250KJ/kg vs 350 KJ/kg
- COP 3,81 vs 2,56
- De keuze voor NH3 is in dit geval zeker aangewezen ondanks de extra beveiligingen die hier moeten voor getroffen worden

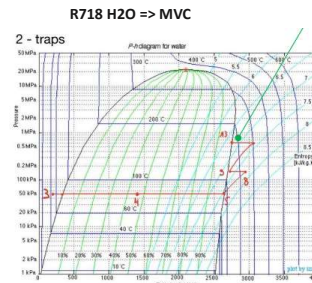
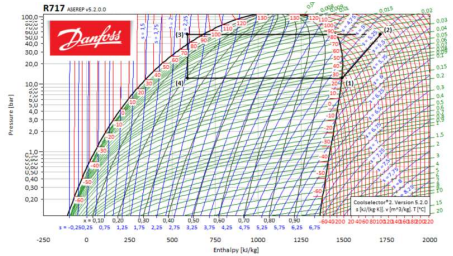
12



12

Koelmedia en kringproces >100°C

Keuze van koelmedia en COP van kringproces



Figuur 6.11: Log p-h diagram van R717 met 15°C onderkoeling en een isentropisch rendement van 100%.

- superkritisch punt NH3 132°C bij H2O is dit 374°C
- Verdampingsenthalpie 1250KJ/kg vs 2500 KJ/kg
- Er zijn weinig koelmedia dewelke condenseren boven de 100°C
- Ook problemen met de smering
- MVC (mechanical vapor compression) is hier een mogelijke technologie
- MVC is in de jaren 1980 in de eerste olie crisis op een aantal plaatsen toegepast
- Er zijn wel grote blowers nodig omwille van de dichtheid van de aangezogen waterdamp

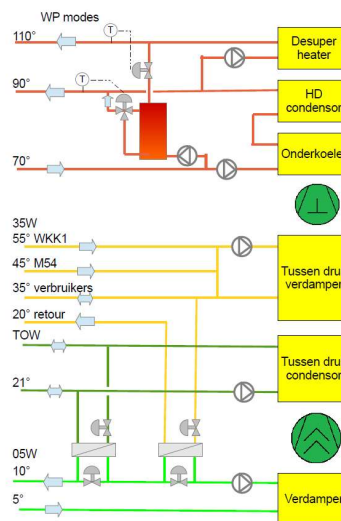
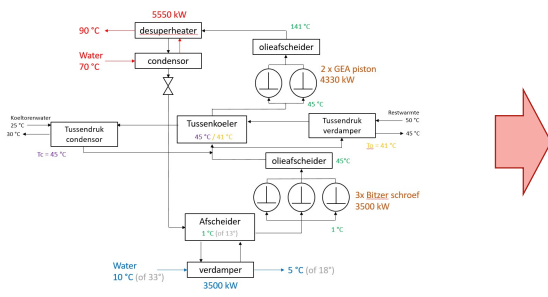
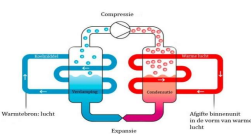
13



13

Transitie Project 2024 deel1: Warmtepomp 5-45-90-110

Heatpump



14



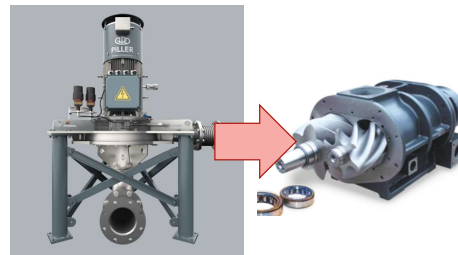
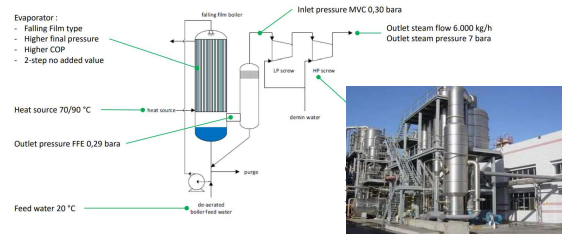
14

Transitie Project 2024 deel2: MVC 90->70 stoom 7bara 165°C

Componenten

- Falling film verdamper geen hydrostatische druk opbouw
- Stoom water afscheider
- Lagedruk compressoren => 3 x blowers / fans
 - drukverhouding Ca1,6
 - Verdamper op 68°C 0,3 Bara
 - Densiteit ca 5m³/kg
 - Debiet 6 ton per uur = 30.000 m³/h aanzuig
- 2 trap compressor => 1 schroef

- Moeilijkheden
 - Oververhitting zeer groot bij water
 - Water injectie nodig
 - Smering en compressie scheiden
 -



15



15

Demand Side Responce

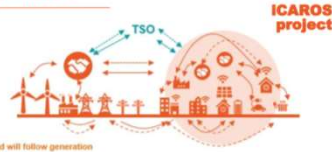
Coordination and Congestion management design

Today

- Generation follows demand
- OPA & SA passive role
- OLD tools and static limited data exchanges at certain gates – not future proof and not up scalable
- Focus on production units with installed capacity of 25 MW and more



Tomorrow



ICAROS project

- OPA (Outage Planning Agent) & SA (Scheduling Agent) active role
- NEW tools and dynamic continuous data exchanges that reflect evolving technical and operational reality and that are up scalable
- Focus on all system relevant assets
 - including small units (≥ 1MW)
 - including all technologies (batteries)
- Demand will follow generation => congestion management is opt for demand

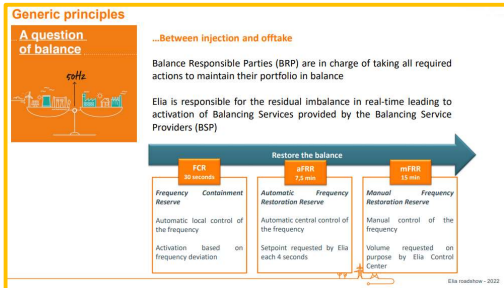


14



16

Demand Side Response



Compliance aFRR

- ▶ Algorithm with proven scalable pooling
- ▶ Perfect delivery of Elia's setpoint



- Mogelijk heden om actieve deel aFRR
 - WKK 1 =>4,5 MW eerste test runs gedaan
 - WKK 2 => 3,5 MW
 - E stoom ketel => 5MW
- Zeer reactief systeem 7,5 minuten 4s setpunt
- Verschillende activaties per dag
- Onkosten worden vergoed
- **Ook boetes**

aFRR revenues

Capacity		Activations	
Expected long-term:	100 000 EUR/MW/year	100 000	200 000 EUR/MW/year
2021:	> 200 000 EUR/MW/year		
2022 Q1:	7 000 EUR/MW/month		
2022 Q2:	30 000 EUR/MW/month		

→ Total aFRR revenues = 200 000 – 300 000 EUR/MW/year

17

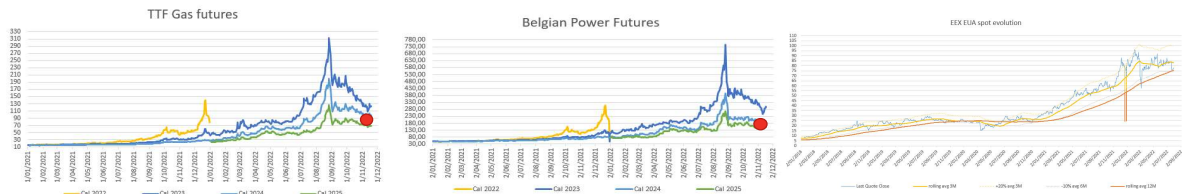
Transitie Project 2024 deel3: Project Elektrische stoomketel

- E stoomketel maakt DSR mogelijk
 - Win Win : minder CO2 en inkomsten
 - Ca 1000Mwh/jaar
- Project = 1 ketel van 5 MW
- Voeding moet zwaar genoeg zijn
- Verdere CO2reductie mogelijk



18

energie prijzen 2022 2025



- Factor 2,5 tussen Gas en Elek blijft
 - Non commodity Gas ca 2€/Mwh en elek ca 40€/MWh
 - CO2 richting 100€/ton gerekend met 80 €/ton wordt gestuurd door EU
 - Uur regimes worden belangrijk voor elektriciteit
-
- Gas prijzen en hoeveelheden worden ook belangrijk voor contract opbouw

- Detail simulatie verbruiken vs productie noodzakelijk
-
- Aantal basis regels wel af te leiden
 - Digital twin

19



19

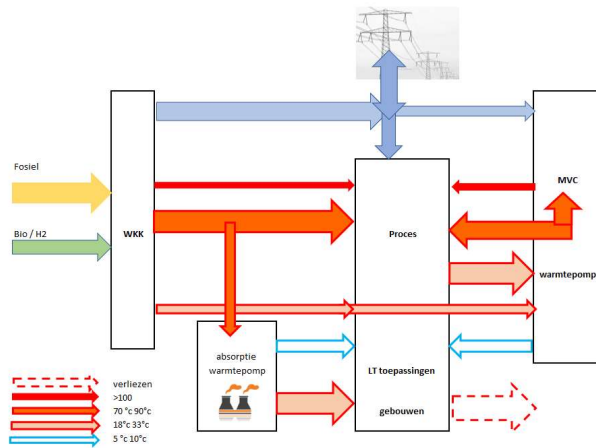
Project : MVC + warmtepomp + E boiler Capex vs baten

- Investering (raming)
 - NH3 Heat pump 2 stages 4,5 €mio
 - NH3 room in G521
 - Electricity supply 1,5 MW
 - Piping integration
 - instrumentation
 - MVC 6 ton/uur 3 €mio
 - E boiler 5MW 1,5 €mio
 - TOTAAL 9,0 €mio
- Baten:
 - Bijstook minimaliseren
 - Minder CO2 aankopen
 - Belpex gestuurd profielen dag nacht
 - DSR
- TVT ca 5 jaar (verschillende simulaties)
- Optimalisatie naar CO2 vs € TVT anders
- Realisatie 2024 2025

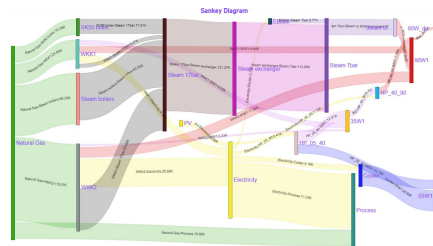


20

Symbiose WKK en warmte pompen

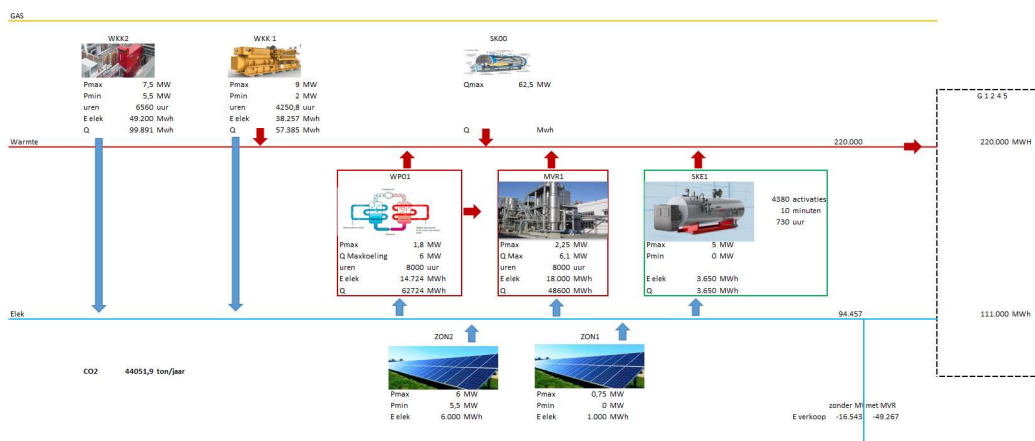


- WKK en Warmtepompen zijn aanvullend in de CO₂- en kostenefficiëntie !!!
- Voor een goede samenwerking
 - Warmte buffering zeker noodzakelijk
 - Dag /Nacht regimes
 - Klimaat zon en wind gestuurd
 - MVC zeker nodig voor HT toepassingen
 - Optimum naar minimale CO₂ is meestal duurder dan de WKK gedreven oplossing???
 -



21

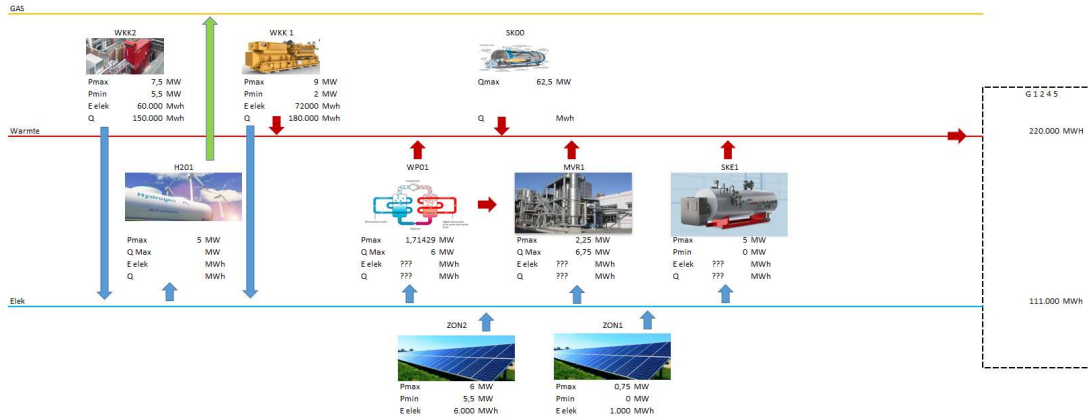
E conversie at Agfa 2025: symbiose WKK en warmtepompen



- Ca 17500 Ton scoop 1 CO₂ reductie

22

E conversie at Agfa 2030

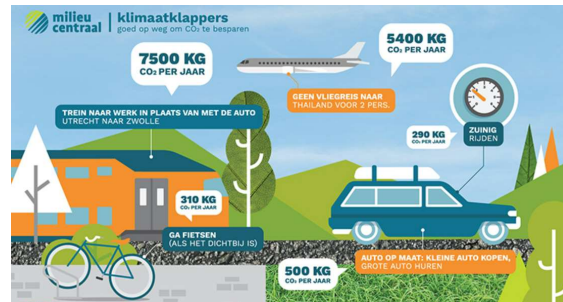
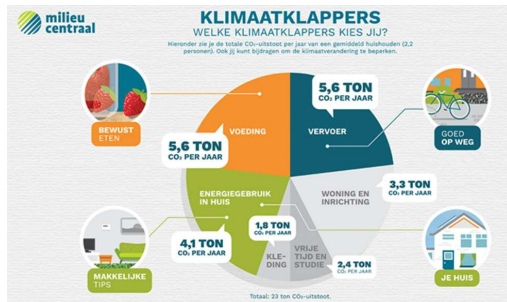


23



24

De weg naar CO2 neutraal als individu



Er staat nog heel wat te gebeuren

- CV van fossiel naar Warmtepompen?
- Elektrische wagens?
- Groene brandstoffen
- CO₂ taksen op fossiele brandstoffen?
- Voeding?
-



25



26



26