

Seasonal Thermal Energy Storage in stedelijke omgeving

Case study *BNP Paribas Fortis*



DUSS

DUSS EXPLORERS

DUSS is een **adviesbureau gespecialiseerd in duurzame ontwikkeling**, met de ambitie om haar klanten te helpen complexe bouwprojecten aan te pakken.

Het DUSS-team is **multidisciplinair**, zodat het duurzame oplossingen kan ontwikkelen die rekening houden met alle dimensies van duurzaamheid, de beschikbare middelen en de context waarin het project zich bevindt. Om dit te bereiken vertrouwt DUSS op **innovatie** en de ontwikkeling van vaardigheden die verder gaan dan de huidige beste praktijken op het gebied van hernieuwbare energie, materialen, mobiliteit, waterbeheer, koolstofneutraliteit, biodiversiteit, comfort en welzijn.

Om haar impact te maximaliseren is DUSS gespecialiseerd in **studies op gebouw- en buurniveau** en is zij bij uitstek betrokken bij de eerste fasen van het project, zowel wat betreft de inhoud als het **proces- en stakeholdermanagement**. Bovendien is het DUSS-team drietalig (Nederlands, Frans en Engels), wat de reikwijdte uitbreidt naar internationale projecten.

DUSS implementeert verschillende tools (zoals PEB, GRO, TOTEM, OneClick LCA, Duurzaamheidsmeter Wijken) en biedt certificering voor haar projecten (BREEAM, Well, WiredScore).



Sophie
Slabbinck
Juriste/ MBA /
Psychotherapeut



Jo Huygh
Ir Arch



Maxime
Chevalier
Ir Arch



Clarice
Manuel
Ph D Economie



Mina
Akhavan
ir



Maximiliaan
Vanackere
Ing



Joerie
Alderweireldt
Ir Arch



Claire
Gravouil
Ir



Dany
Mafikiri
Student Ing



Liesbeth
Lemmens
Ing



Bernard
Huberlant
Bio Ir



Philippine
Moret
Milieuwetenschapper / biologe



Quentin
Deltenre
Ph D Ir Arch



Maud
Verstringe
Ing / Sociologe



David
Russon
PHIL



INHOUD

CONTEXT VAN HET PROJECT BNP PARIBAS FORTIS

STES CONCEPT

Algemeen

Case BNP Paribas Fortis

EPB vertaling

ANALYSES

Due diligence Solites

Due diligence Elithis

Risico analyse

OPTIMALISATIES



CONTEXT

Project BNP Paribas Fortis



Situatie voor en na



Wedstrijdontwerp



Criteria duurzaamheid

- Conform EPB 2015
- Conform PHPP
- Conform BREEAM excellent
- (Trias energetica)
- (...)



Uitdagingen hernieuwbare energie

- 100% perceel volgebouwd
- Bestaande kelder 4 verdiepingen
- Plaat maaiveld heeft variërende dikte van 1 tot meerdere meters dikte en onder de grondwaterspiegel
- Maximaal vrijwaren dak van technieken ivf groendak



Resultaat eerste analyses integratie HE

TECHNIEK	PROBLEMATIEK
Geothermie	Zeer moeilijk tot onmogelijk
Lucht/water WP op het dak	Vereisten meer dan één verdieping op basis van de energieberekeningen
Prestaties traditionele technieken	Prestaties : ontoereikend ifv eisen

Voorstel:

- Gelijkaardige oplossing creëren zoals geothermie, maar dan ondergronds
- Grote ondergrondse wateropslagcapaciteit nodig van 6.000-14.000 m³
- Water/water-warmtepompen in de kelder om het gebouw te verwarmen en te koelen
- Warmtewinsten uit zomer opslaan en gebruiken in de winter
- Back-up voorziening buiten het gebouw



Resultaat eerste analyses

Voordelen:

- Nut voor ongebruikte kelder
- Beperk installaties op daken (goed voor biodiversiteit, vermijden van overlast, etc.)
- Bewaar de bovenste ruimtes voor kantoren
- Gebruik gratis koude en gratis warmte
- Hoger rendement dan traditionele systemen (maar lager dan 100% geothermie)
- Grote thermische batterij voor 'peak shaving' en 'load shifting'



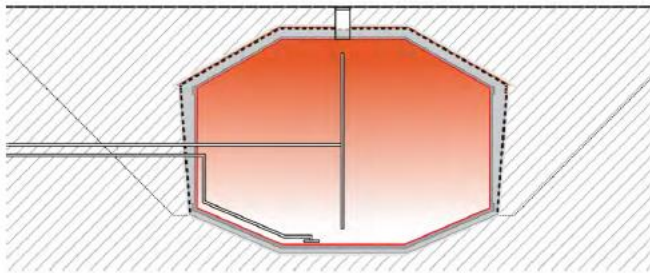
STES CONCEPT

Algemeen

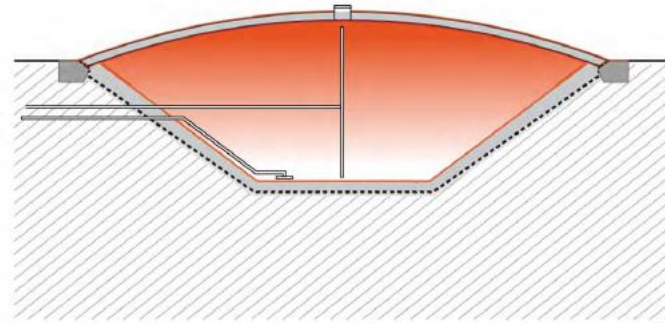


STES: Seasonal Thermal Energy Storage

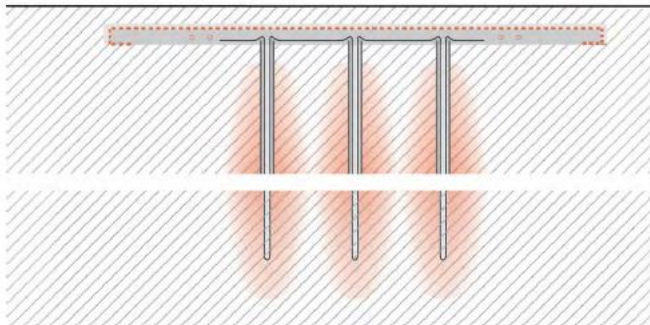
Tank thermal energy storage (TTES)
(60 to 80 kWh/m³)



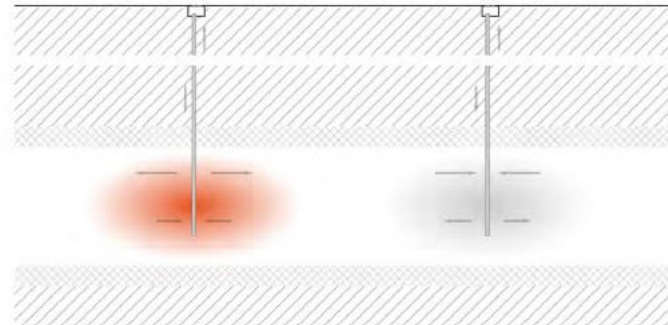
Pit thermal energy storage (PTES)
(60 to 80 kWh/m³)



Borehole thermal energy storage (BTES)
(15 to 30 kWh/m³)



Aquifer thermal energy storage (ATES)
(30 to 40 kWh/m³)



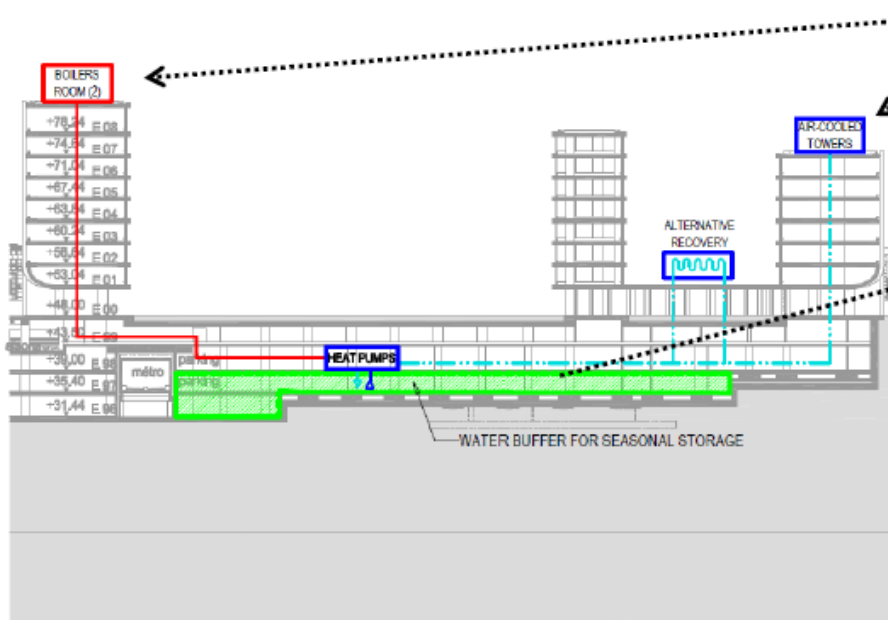
STES CONCEPT

Case BNP Paribas Fortis



Principe schema BNP Paribas Fortis

Seasonal storage concept



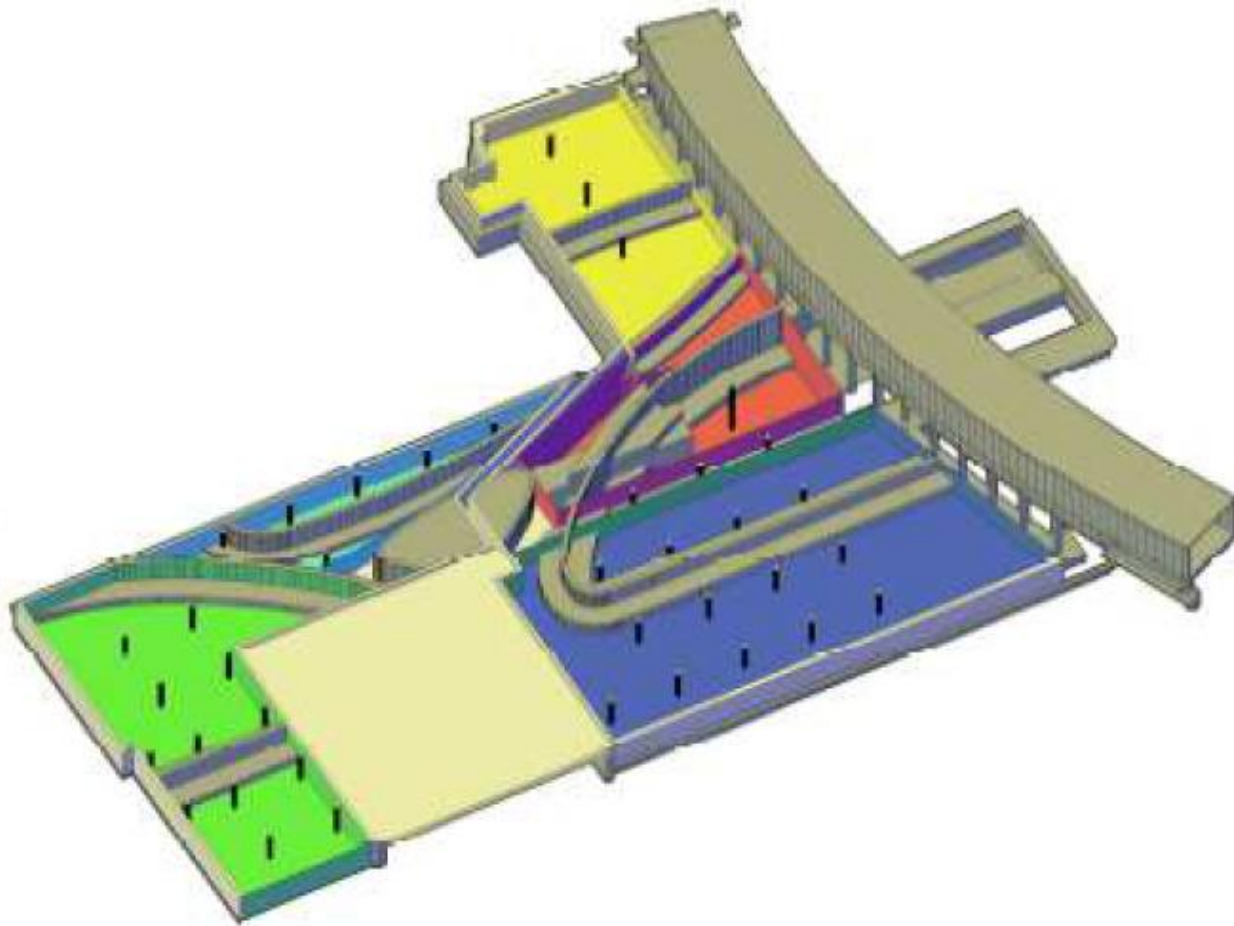
Minimises roof installations to +/- 20% compared to traditional systems

Enables high part of renewable energy integration for heating/cooling (+/- 80%)

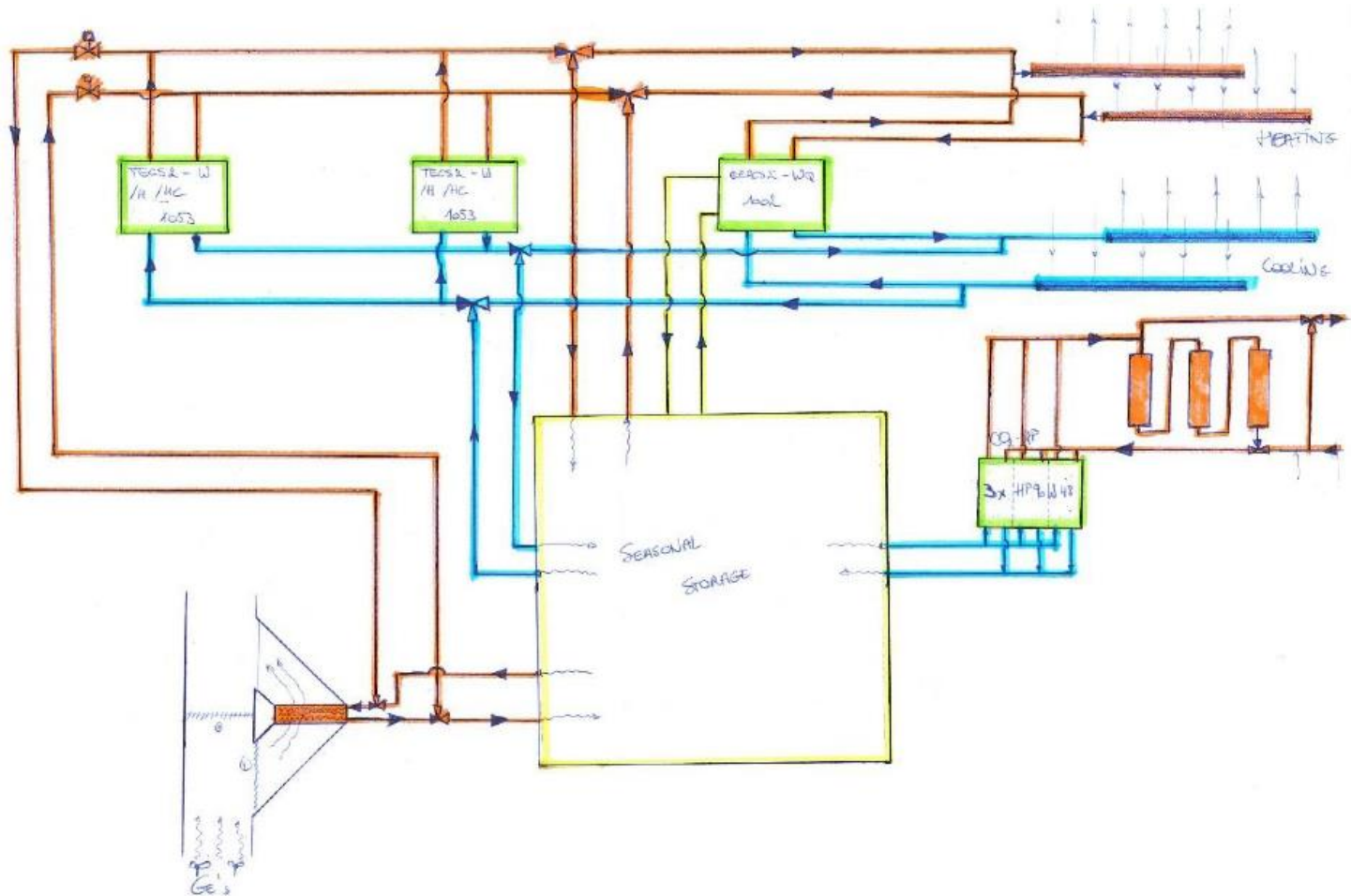
Therefore : seasonal storage is proposed as it optimises space use & energy efficiency



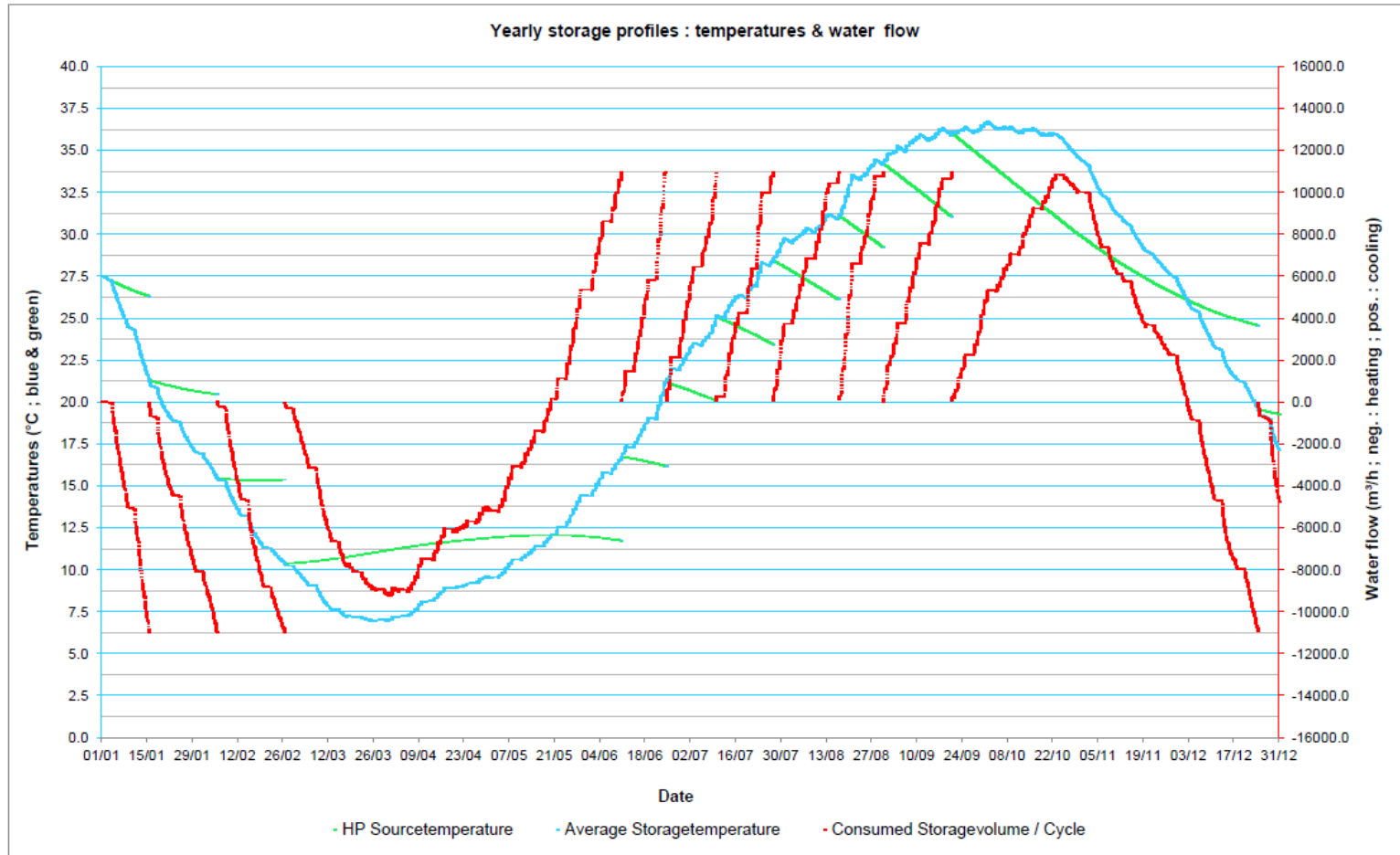
Principe schema BNP Paribas Fortis



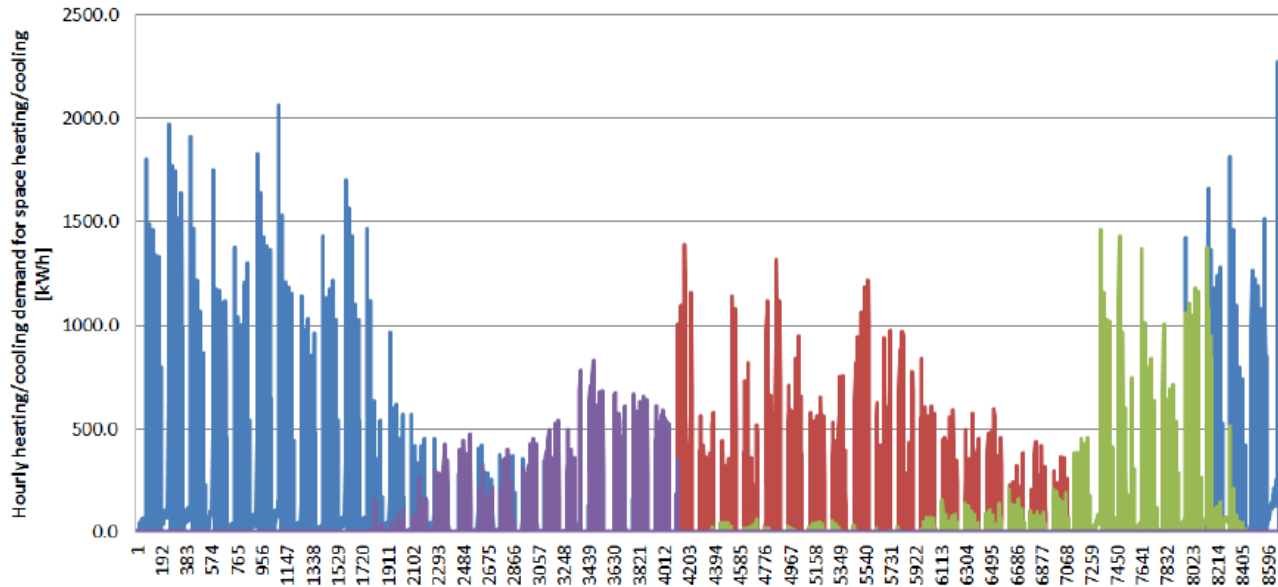
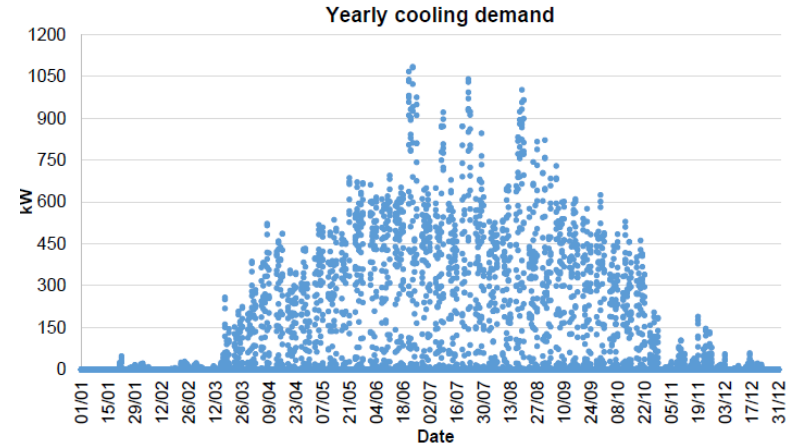
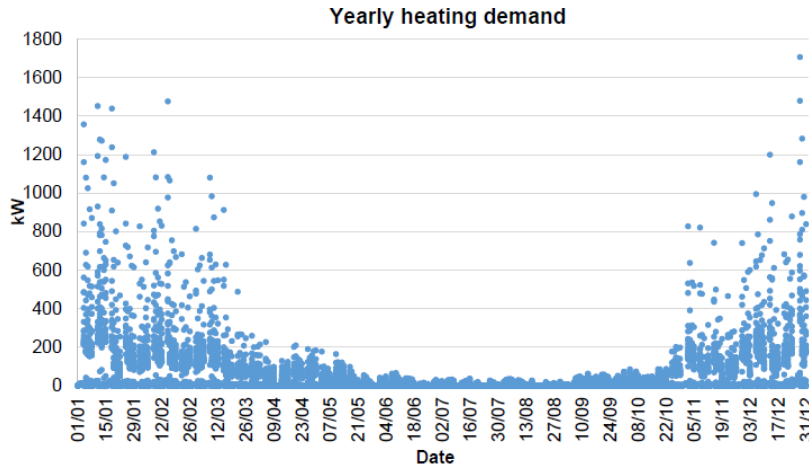
Principe schema BNP Paribas Fortis



Berekeningen opslagtank



Gratis koude en warmte



Efficiëntie

- Traditional systems – condensing boiler and water cooled chiller:
 - o Heating: Primary energy ratio = 1.19
 - o Cooling: Primary energy ratio = 0.56
 - o Domestic hot water: Primary energy ratio = 1.37
 - o Combined: Primary energy ratio = 0.98
- Geothermal concept – ground coupled heat pumps complemented by gas condensing boiler and water cooled chiller:
 - o Heating: Primary energy ratio = 0.89
 - o Cooling: Primary energy ratio = 0.30
 - o Domestic hot water: Primary energy ratio = 1.38
 - o Combined: Primary energy ratio = 0.67
- Seasonal storage – water-water heat pumps complemented by balancing equipment :
 - o Heating: Primary energy ratio = 0.31
 - o Cooling: Primary energy ratio = 0.47
 - o Domestic hot water: Primary energy ratio = 0.56
 - o Combined: Primary energy ratio = 0.40

$$\text{PER} = \text{PEF} / \text{rendement}$$



STES CONCEPT

EPB vertaling



Context

- EPB 2015
- Geen bestaande principes voor innovatie
- Voorloper gelijkwaardigheidsaanvraag

Conclusie:

- Eigen berekeningsmethode in samenspraak met leefmilieu Brussel
- Procedure van 1-2 jaar



ANALYSES

Due Diligence Solites



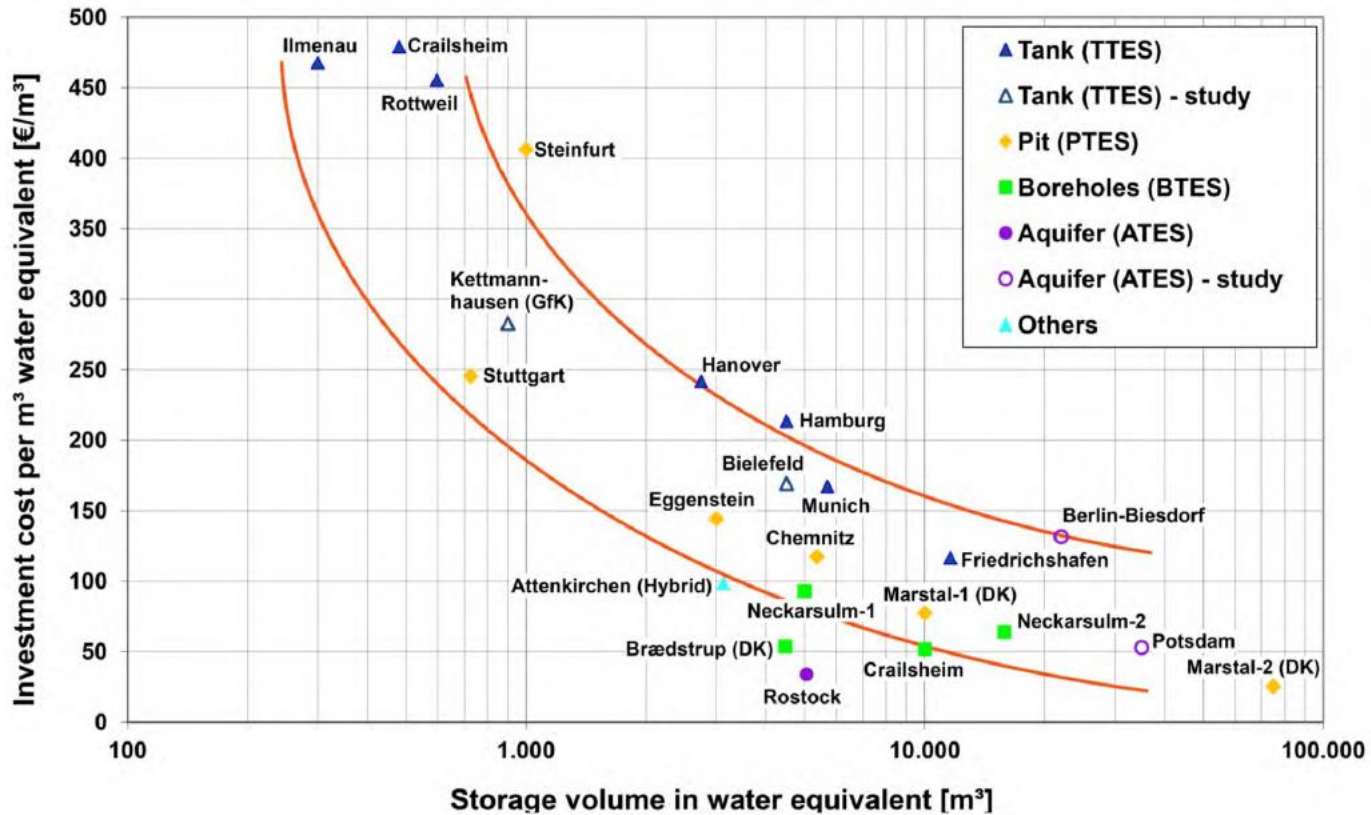
Marktstudie

Pilot plants with seasonal thermal energy storage in Germany



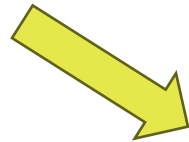
Marktstudie

Investment cost of seasonal thermal energy storages



Bevestiging efficiëntie

- Seasonal storage – water-water heat pumps complemented by balancing equipment :
 - o Heating: Primary energy ratio = 0.31
 - o Cooling: Primary energy ratio = 0.47
 - o Domestic hot water: Primary energy ratio = 0.56
 - o Combined: Primary energy ratio = 0.40



- Heating - Water-water heat pump: SCOP = 6.91
- Cooling - Water-water heat pump: ESEER = 5.42
- Simultaneous heating and cooling: SCUE = 7.00
- Balancing equipment heating: SCOP = 4.73
- Balancing equipment cooling: SCOP = 38.2
- Domestic hot water: SCOP = 4.63
- Overall performance: PER = 0.41



Conclusie

Bevestiging van:

- Innovatief concept, gezien in gebouw
- Back-up apparatuur is nodig voor balancering
- Verwachte prestaties zijn haalbaar
- ...

Extra voorstel:

- Bijkomende warmtewisselaar om besmetting in gebouw te voorkomen

Bijkomende nieuwe ideeën:

- Simulaties met IPCC 2050/2060
- Vloerisolatie verwijderen

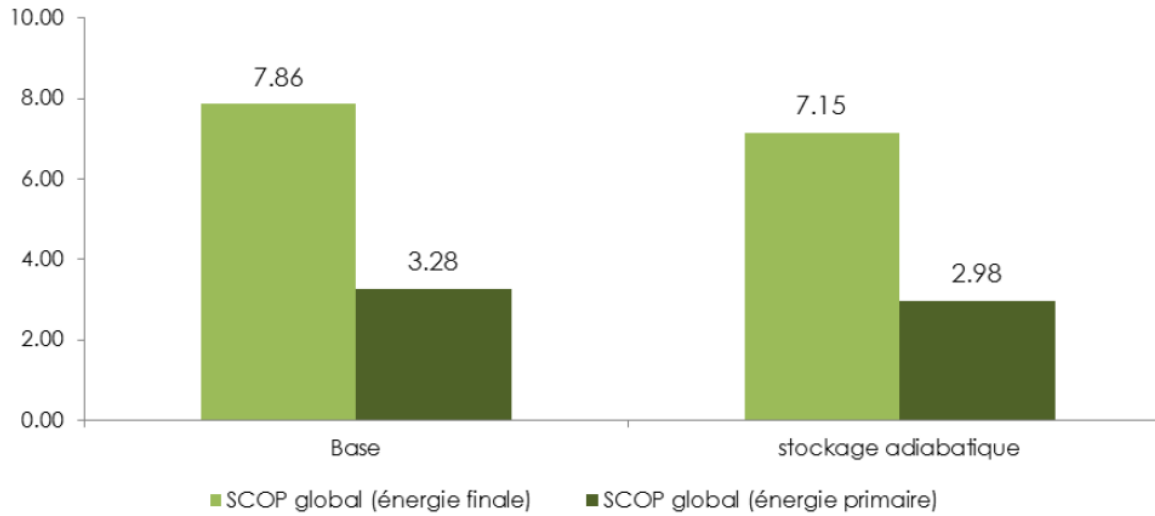
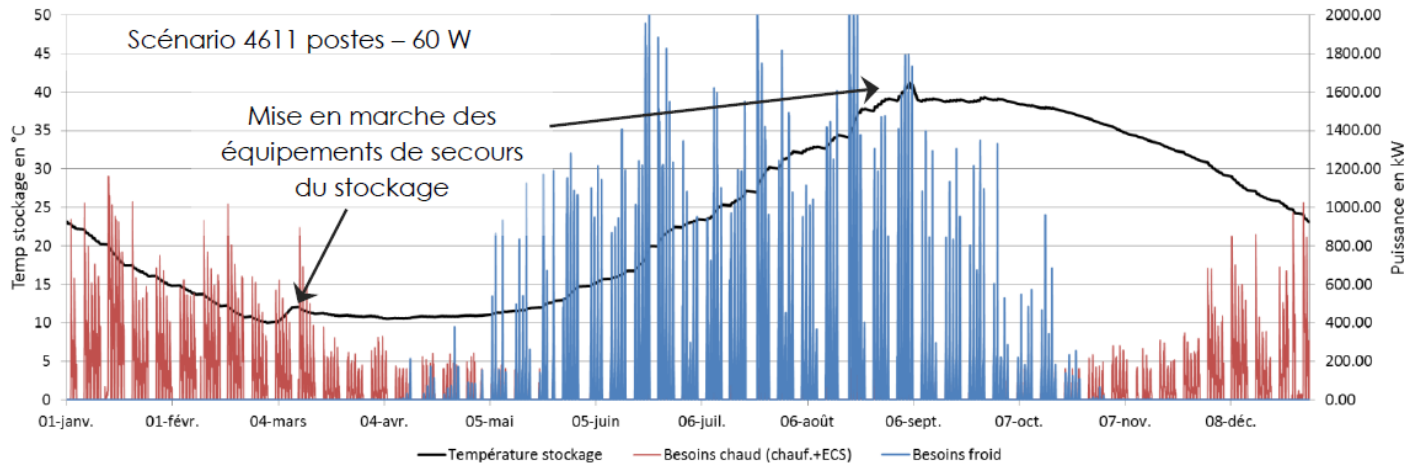


ANALYSES

Due Diligence Elithis



Conclusie



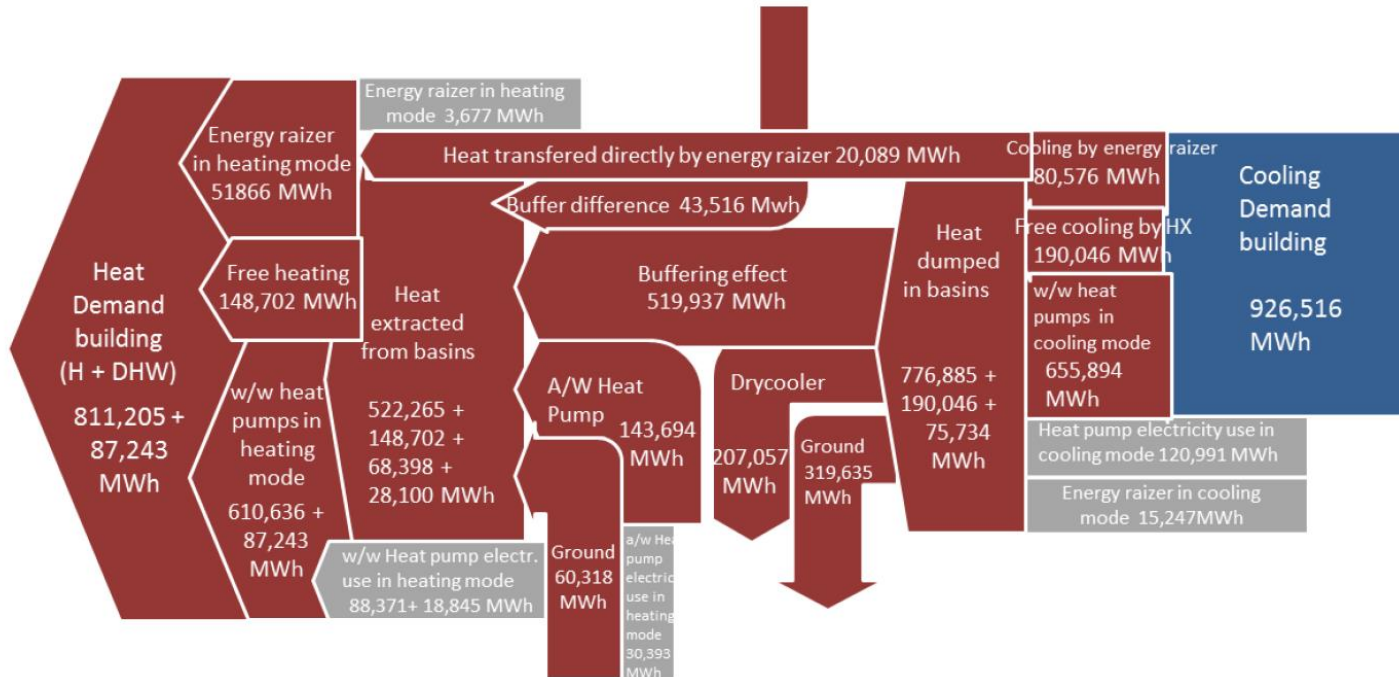
ANALYSES

Risico analyse



Onderzochte risico's

- Correctheid energetische balans simulaties → accuraatheid 0,5%



Onderzochte risico's

- Wat met extremen?
 - Extreme hitte
 - Extreme koude
 - Extreme bezetting
 - Lange onderhoudsperiodes
- Conclusie
 - Extra veiligheid: 1300 kW ipv 600 kW
 - Faling pas bereikt wanneer 3 van de 4 tanks uitvallen



Onderzochte risico's

- Wat met stratificatie?

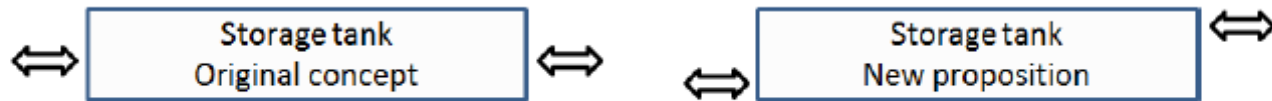


Figure 1: Original concept (left) versus the new proposition (right) showing the piping of the tanks moves from the middle of the tanks to the high and low side of the tanks.

This enables following principle:

- In heating seasons it is possible to take the highest water in the tanks (i.e. the warmest water due to the vertical stratification), while it is being returned after passing the heat pump at the lowest point of the tank.
- In cooling seasons it is possible to take the lowest water in the tanks (i.e. the coldest water due to the vertical stratification), while it is being returned after passing the heat pump at the highest point of the tank.

This can be visualised as follows:

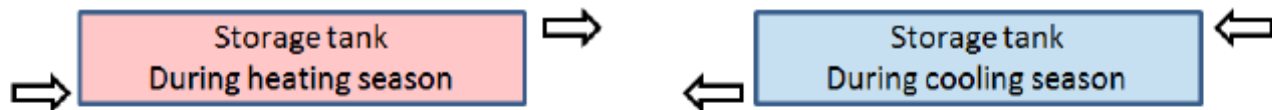


Figure 2: Original concept (left) versus the new proposition (right) showing the piping of the tanks allows bringing in heating seasons the warmest water to the heat pumps, while in winter the inverse.



Onderzochte risico's

- Wat met biologische besmetting?

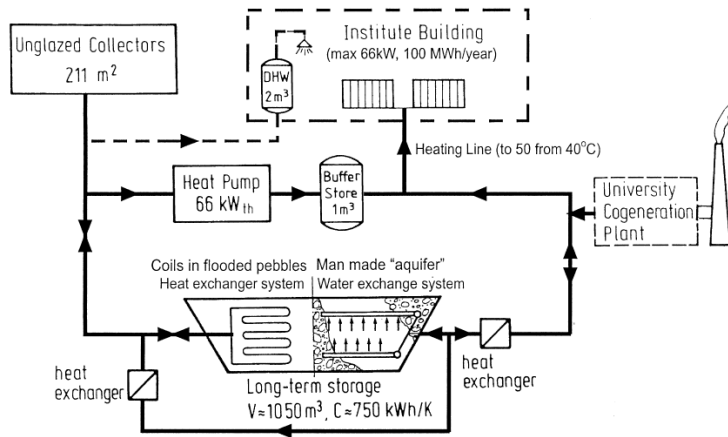


Fig. 1. Scheme of the ITW solar heating system.

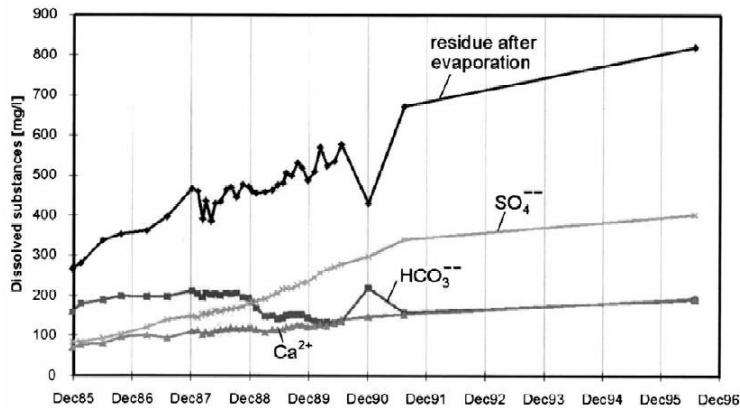
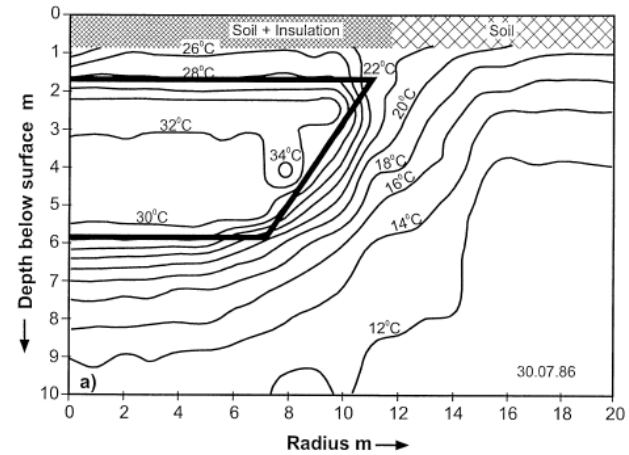


Fig. 13. Substances dissolved in the water of the heat storage.

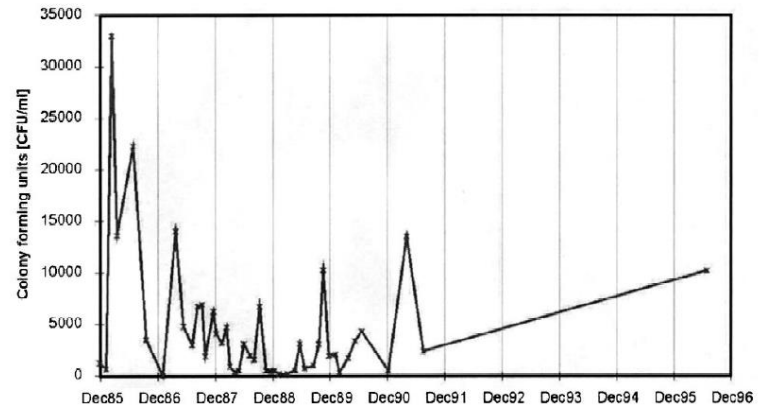


Fig. 14. Number of colony-forming units (CFU) in the heat storage per ml.

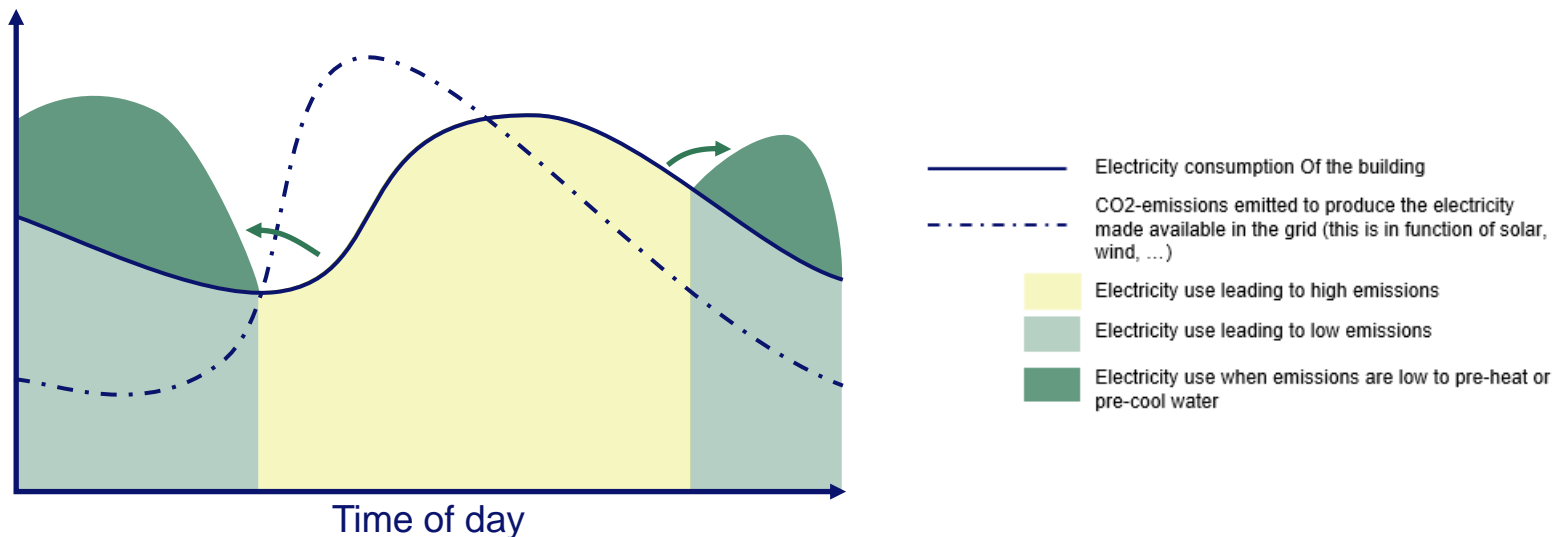


OPTIMALISATIES



Niet geïntegreerde optimalisaties

- Maximale opslagtemperatuur verlagen
- Werken met verschillende temperaturen in verschillende opslagfaciliteiten
- Warm water voorverwarmen
- Voordelen van 'load shifting' en 'peak shaving'



Hopstraat 63 Rue du Houblon
1000 Brussels, Belgium
www.duss-explorers.com
T +32 2 280 69 30
info@duss-explorers.com

Spreker Liesbeth Lemmens
liesbeth.lemmens@duss-explorers.com
0499/32.59.61

DUSS