RENEWABLE COOLING:
Wat weten we?
Halen we de doelen voor 2020?

jan.broeze@wur.nl
edo.wissink@tno.nl
m.dieleman@senternovem.nl

Doelen: *Schoon en Zuinig in 2020*
- 2% energiebesparing per jaar (verdubbeling)
- 30% reductie broeikasgassen
- 20% aandeel duurzame energie

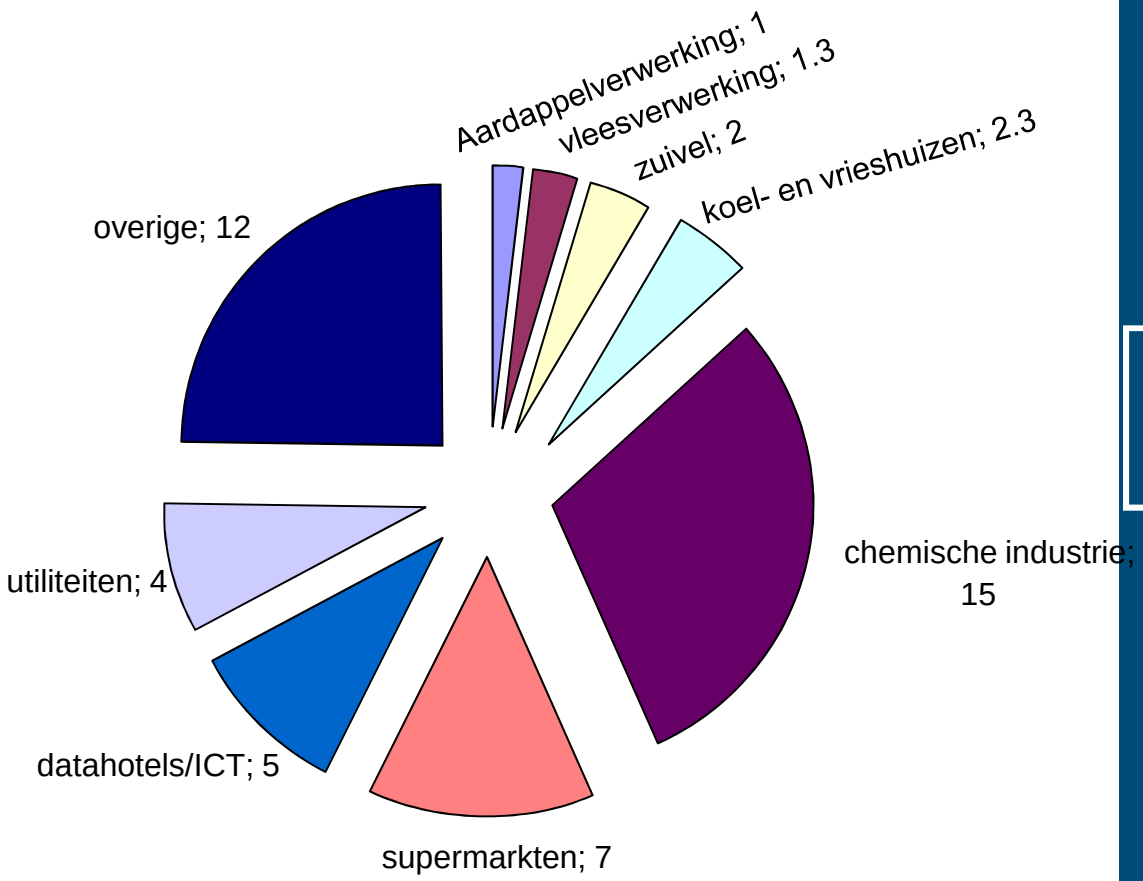


Het onderzoeksproject Renewable Cooling wordt uitgevoerd met praktische begeleiding van de NVKL en financiële steun van het ministerie van Economische Zaken (programma *Energie Onderzoek Subsidie: lange termijn (EOS-LT)* en het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.

Inhoud presentatie

- Energieverbruik voor koeling in NL
- Kansen en beperkingen in NL klimaat
- Scheppen van juiste randvoorwaarden
- Overzicht duurzame koeltechnieken
- Kansen voor Renewable Cooling in:
  - datacenters
  - utiliteitsbouw en woningen
  - supermarkten
  - koel- en vrieshuizen
- Conclusies en aanbevelingen
- www.koudecentraal.nl

Jaarlijks NL primair energieverbruik voor koelen (PJ)



Koelen NL:
2% van energiegebruik
9% van elektriciteitsgebruik



Totaal industrie + diensten: rond 50PJ ~ 3 tot 4 miljoen ton CO_2
Effect koudemiddelenverlies: ~ rond 1 miljoen ton CO_2

AGROTECHNOLOGY & FOOD SCIENCES GROUP WAGENINGEN UR

TNO

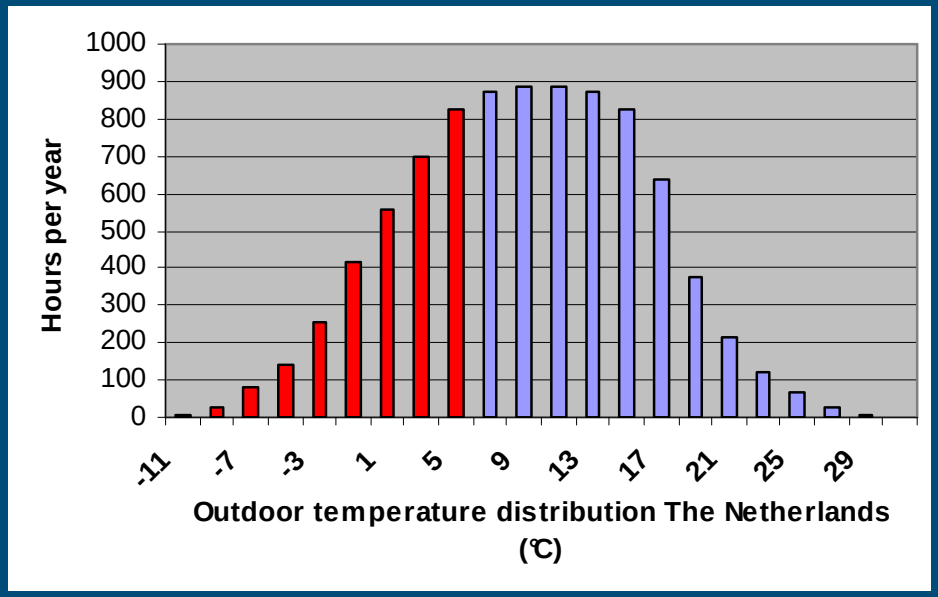
NVKL koudetechniek & luchtbehandeling

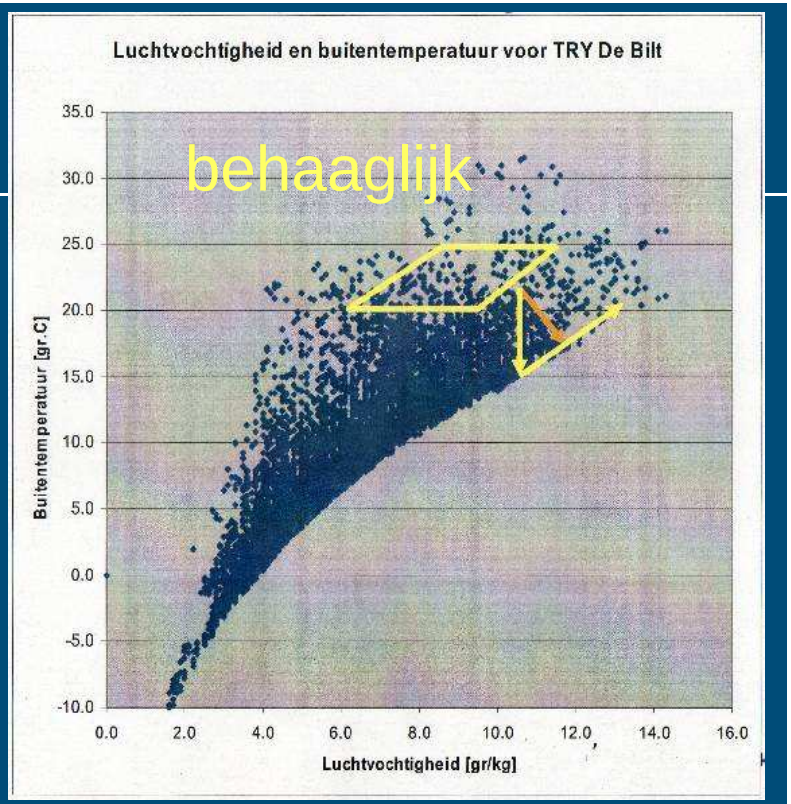
SenterNovem

Kansen in Nederland?

Renewable Cooling =

- *gebruik natuurlijke koudebronnen*
- *laag energieverbruik (COP>10)*





AGROTECHNOLOGY & FOOD SCIENCES GROUP WAGENINGEN UR

TNO

NVKL koudetechniek & luchtbehandeling

SenterNovem

Scheppen van juiste randvoorwaarden

Realiseren van Renewable Cooling:

gelijk aan
het effectiever maken van het gangbare mechanische koelproces,

maar een stap verder doordacht

AGROTECHNOLOGY & FOOD SCIENCES GROUP WAGENINGEN UR

TNO

NVKL koudetechniek & luchtbehandeling

SenterNovem

Scheppen van juiste randvoorwaarden

Stap 1. Effectiviteit van koelvraag vergroten (reductie koelbehoefte)

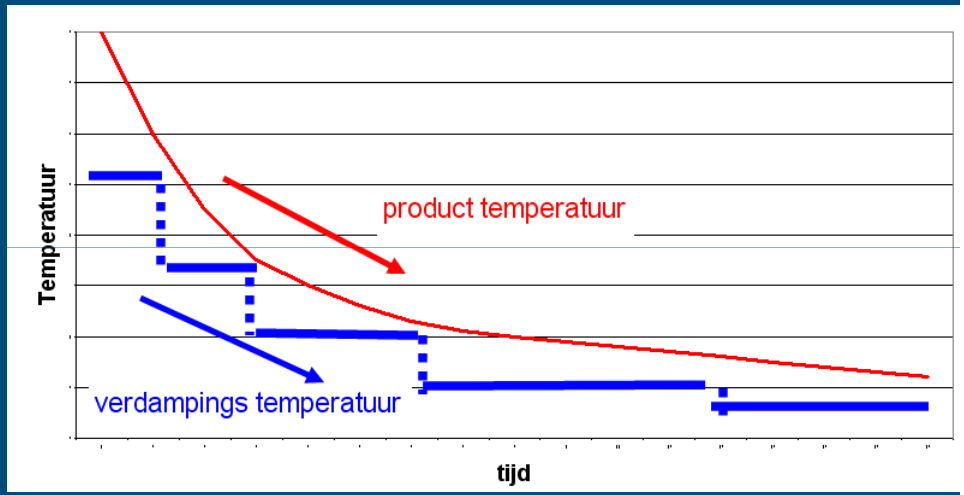


- Trias Energetica
- Afstemmen van processen op bedrijfs- en procesniveau.
- Micro-climatisering en gebruik temperatuurzone's
- Omgevingsenergie uitnutten (lokale koudebronnen, buffering over seizoenen)

Scheppen van juiste randvoorwaarden

Stap 2. Efficiënte koude opwekking

- Verhogen benodigde koeling temperatuur
- Producten stapsgewijs koelen



- Verlagen van de warmteweerstand van product naar verdamperoppervlak
  - verpakking
  - koel zo direct mogelijk: platenvriezer beter dan vriestunnel

Duurzame koeltechnieken – Renewable Cooling

- vrije koeling
- warmtepijpen

} Zonder hulpenergie ++++

- bodem:
  - open bron
  - gesloten bron
  - koude uit diep water
- benutting (rest)koude
- afvalwarmte-gedreven koeling
- nachtstraling

} Pomp energie +++

- warmtewiel
- PCMs
- verdampingskoeling
  - direct
  - indirect
  - twee-traps

} Ventilator energie ++

+++ Pompen gebruiken minder energie dan ventilatoren.

AGROTECHNOLOGY & FOOD SCIENCES GROUP WAGENINGEN UR

TNO

NVKL koudetechniek & luchtbehandeling

SenterNovem

Benut hoog rendement Renewable Cooling

COP – Coefficient of Performance

Temperatuur	Koelmethode	COP
T > 45°C	vrije koeling warmtepijp	> 10
T > 45°C	geforceerde koeling; warmtewiel; combi met PCMs	≥ 10
30°C < T < 23°C	adiabatische koeling (o.a. directe dauwpuntskoeler)	≥ 10
30°C < T < 15°C	Indirecte dauwpuntskoeler	≥ 10
25°C < T < 15°C	koude uit bodem	≥ 10
T < 15°C	mechanische koeling	< 4

Duur-zaam

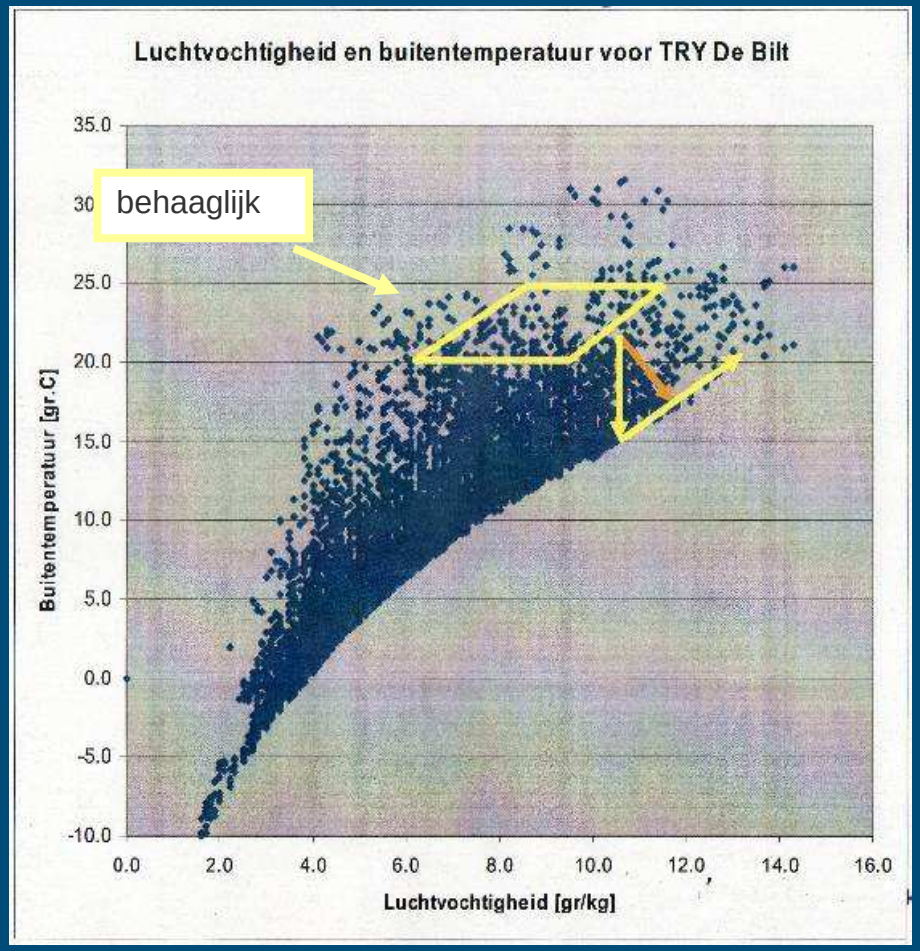
AGROTECHNOLOGY & FOOD SCIENCES GROUP WAGENINGEN UR

TNO

NVKL koudetechniek & luchtbehandeling

SenterNovem

Duurzaam koelen Utiliteit en woningen



Gebruikseisen:

- relatief hoge ruimte temperatuur
- Ruimte temperatuur stijgt mee met buitentemperatuur

dus gunstig voor toepassing Renewable Cooling

Zowel bodem, buitenlucht, water zijn geschikt als koudebron.

AGROTECHNOLOGY & FOOD SCIENCES GROUP WAGENINGEN UR

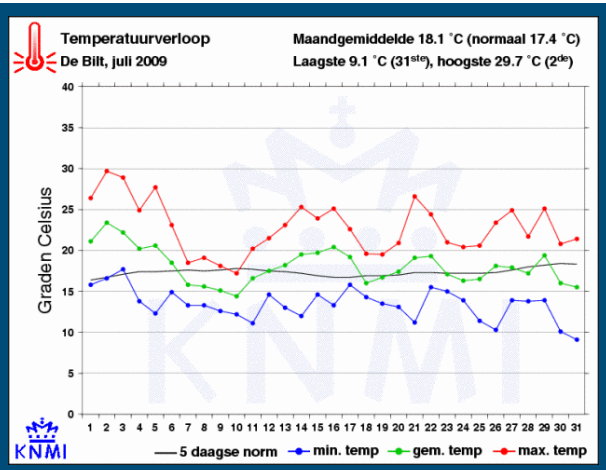
TNO

NVKL koudetechniek & luchtbehandeling

SenterNovem

Duurzaam koelen Utiliteit en woningen

- natuurlijke ventilatie
  - dag/nacht ritme
  - anticiperen

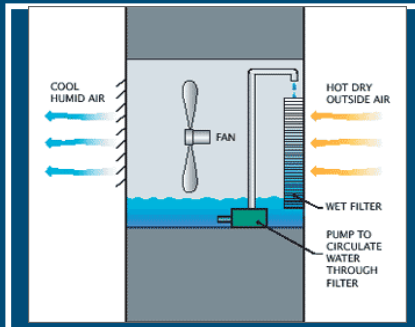




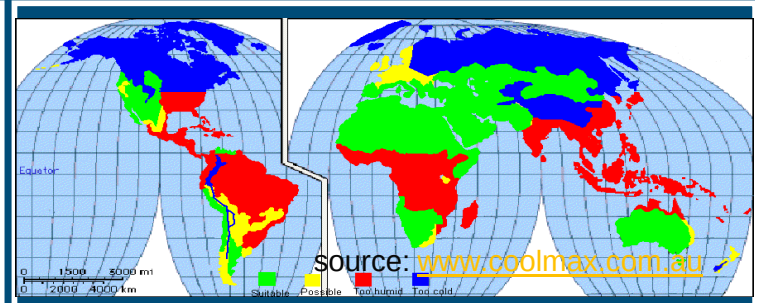
- bodem: open en gesloten bron



- verdampingskoeling →



direct: vocht in ruimte



mondiale toepasbaarheid

AGROTECHNOLOGY & FOOD SCIENCES GROUP WAGENINGEN UR

TNO

NVKL koudetechniek & luchtbehandeling

SenterNovem

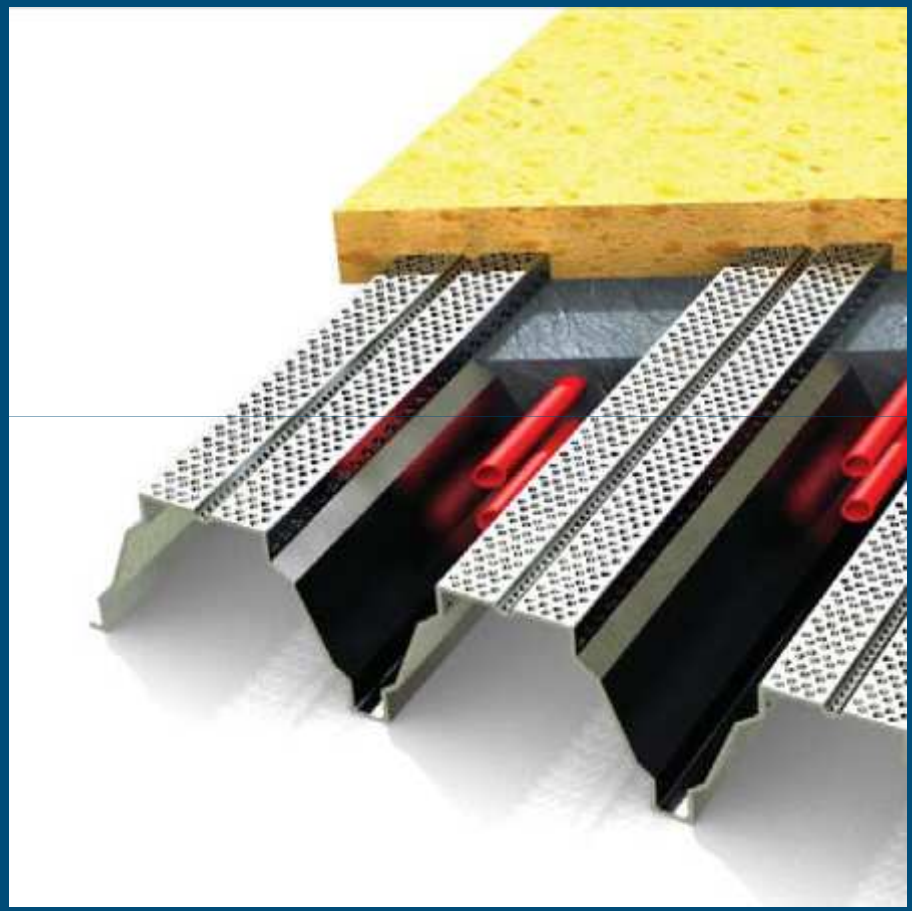
Duurzaam koelen Utiliteit en woningen

Aandachtspunten:

- gering temperatuurverschil vraagt grote luchthoeveelheden
- nachtventilatie werkt alleen met voldoende inwendige thermische massa, die snel genoeg aanspreekbaar is
- koelvraag [W/m^2] is bepalend voor haalbaarheid
- er vindt geen ontvochtiging plaats

Verandering eisen van gebruikers:

- hogere temperatuur accepteren op “tropische” dagen



AGROTECHNOLOGY & FOOD SCIENCES GROUP WAGENINGEN UR

TNO

NVKL koudetechniek & luchtbehandeling

SenterNovem

Duurzaam koelen Supermarkten



Koelen - verwarmen:

- benutten restwarmte condensor → aardgasloze supermarkten



Aanpassen werkwijze, bijv.:

- single-product displays

Duurzame optimalisatie gangbaar koelen

- natuurlijke koudemiddelen
- condensorkoeling met regenwater of bodem

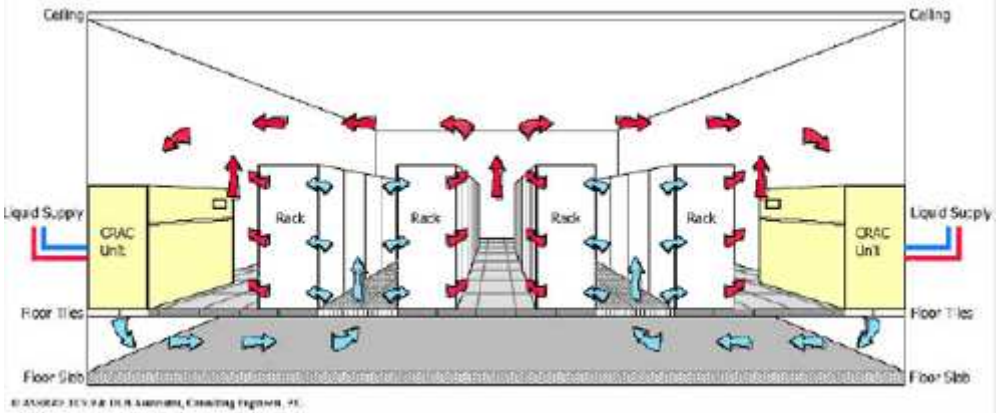
AGROTECHNOLOGY & FOOD SCIENCES GROUP WAGENINGEN UR

TNO

NVKL koudetechniek & luchtbehandeling

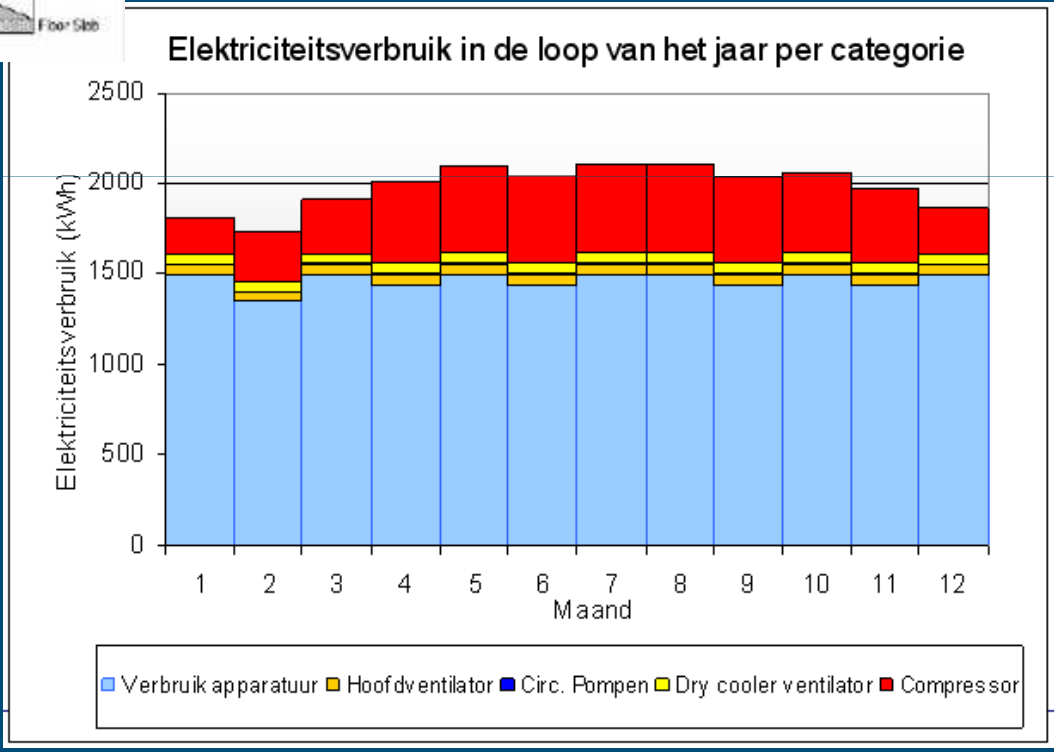
SenterNovem

Duurzaam koelen Datacenters



Systeem componenten zijn

- Servers rack
- Hot- en cold corridors
- LBK koelsystemen



AGROTECHNOLOGY & FOOD SCIENCES GROUP WAGENINGEN UR

TNO

NVKL koudetechniek & luchtbehandeling

SenterNovem

100% duurzaam koelen Datacenters

Schrappen conventionele koelmachines !!!

+ Kans: koeltemperatuur ligt boven omgevingstemperatuur

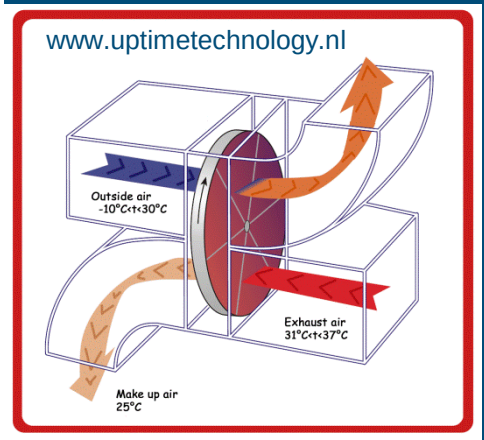
Veel combinaties van duurzame technieken mogelijk

- zeer hoge koelbelasting

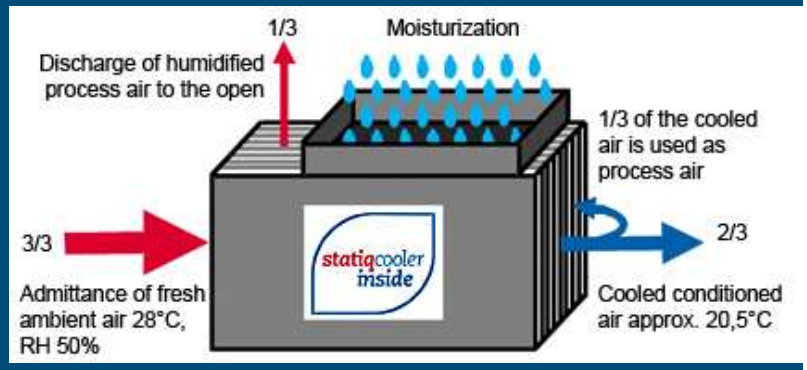
Grote vermogens transporteren met lucht icm kleine ΔT vraagt grote luchtdebieten

- vuil, eisen aan relatieve vochtigheid

Directe ventilatie is wenselijk maar is niet zondermeer mogelijk



Voorbeelden duurzame koeling:
- Kyotowiel
- Statiq Cooling
- WKO, bodem
- Free cooling via



AGROTECHNOLOGY & FOOD SCIENCES GROUP WAGENINGEN UR

TNO

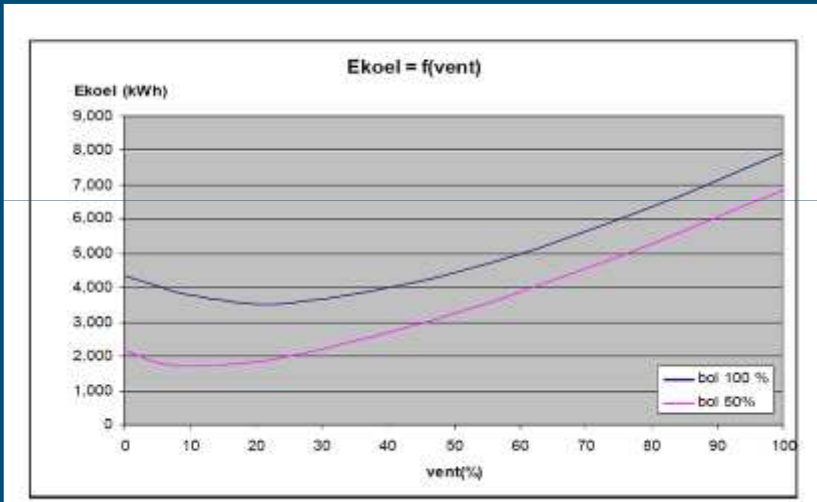
NVKL koudetechniek & luchtbehandeling

SenterNovem

Duurzamer Koel- en Vrieshuizen

Verduurzaming van mechanisch koelen:

- minimaliseer ventilatie
- koudeterugwinning ventilatielucht
- effectieve inrichting en luchtstroming
- NH3 direct
- maximale inzet van watergekoelde of hybride condensors (regenwater?)
- onderkoelen vloeibaar koudemiddel



Figuur 4.3 Energiegebruik voor koeling (kWh) bij afnemende ventilatie.

AGROTECHNOLOGY & FOOD SCIENCES GROUP WAGENINGEN UR

TNO

NVKL koudetechniek & luchtbehandeling

SenterNovem

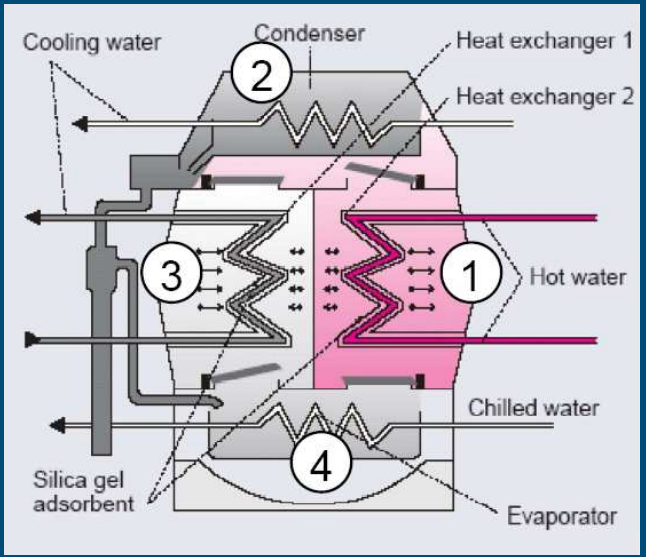
Duurzamer koelen Koel- en vrieshuizen

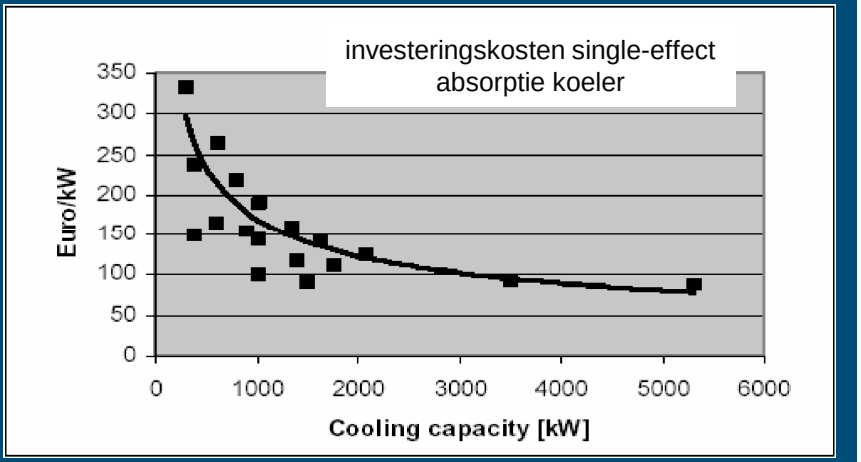
Absorptiekoeling met afvalwarmte
- + Elektriciteitsbesparing 90%
- -- Hoge-temp. restwarmte nodig!
- -- Grote warmtewisselaars nodig

Welke afvalwarmte?
- + Afvalwarmte AVI's
- + Hitte dieselmotor (visserij trawler)
- + Zonne-energie (tropen)

Toekomst:

combinatie brandstofcel WKK met absorptiekoeling





AGROTECHNOLOGY & FOOD SCIENCES GROUP WAGENINGEN UR

TNO

NVKL koudetechniek & luchtbehandeling

SenterNovem

“Optimaal ontwerp” voor koelhuis

Optimaal ontwerp voor wintermaand:

- combinatie
- vrije koeling (ventilatie)
- compressiekoelmachine

Optimaal ontwerp voor jaargemiddeld:

- alleen compressiekoelmachine
- extra investering in alternatieve koeltechniek hoger dan bijbehorende energiebesparing!

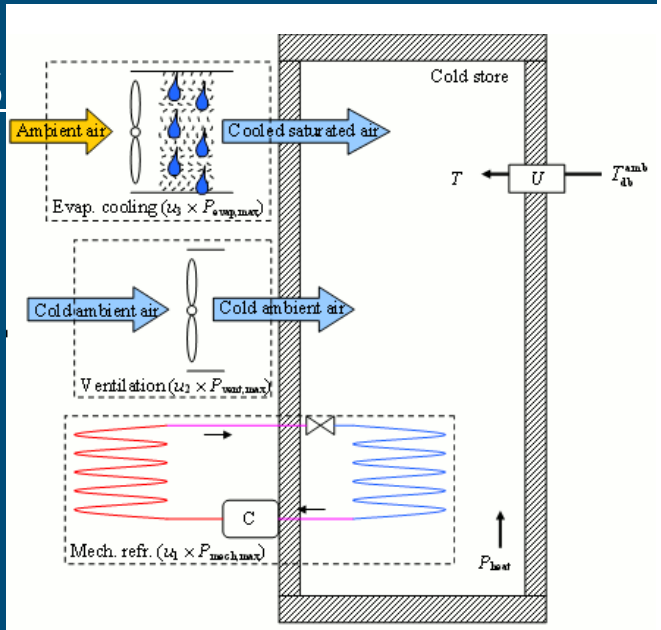
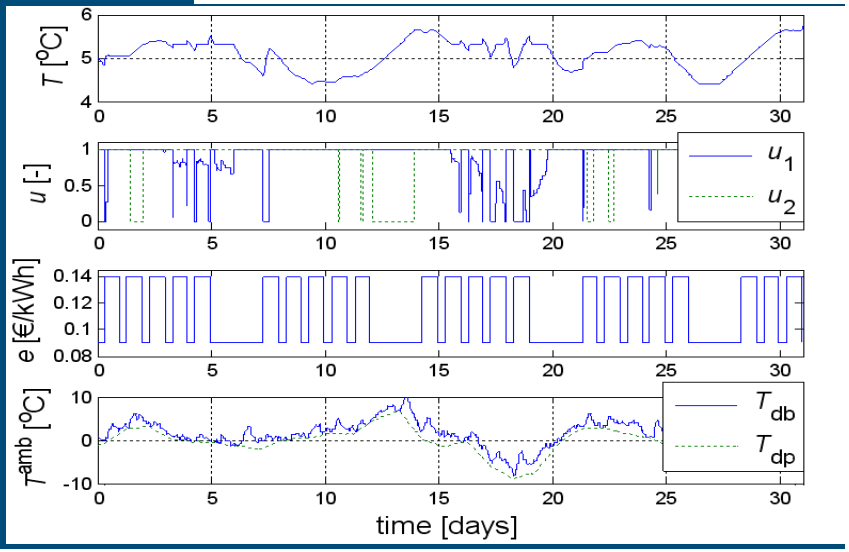


Fig. 1: Schematic cold store



Conclusies

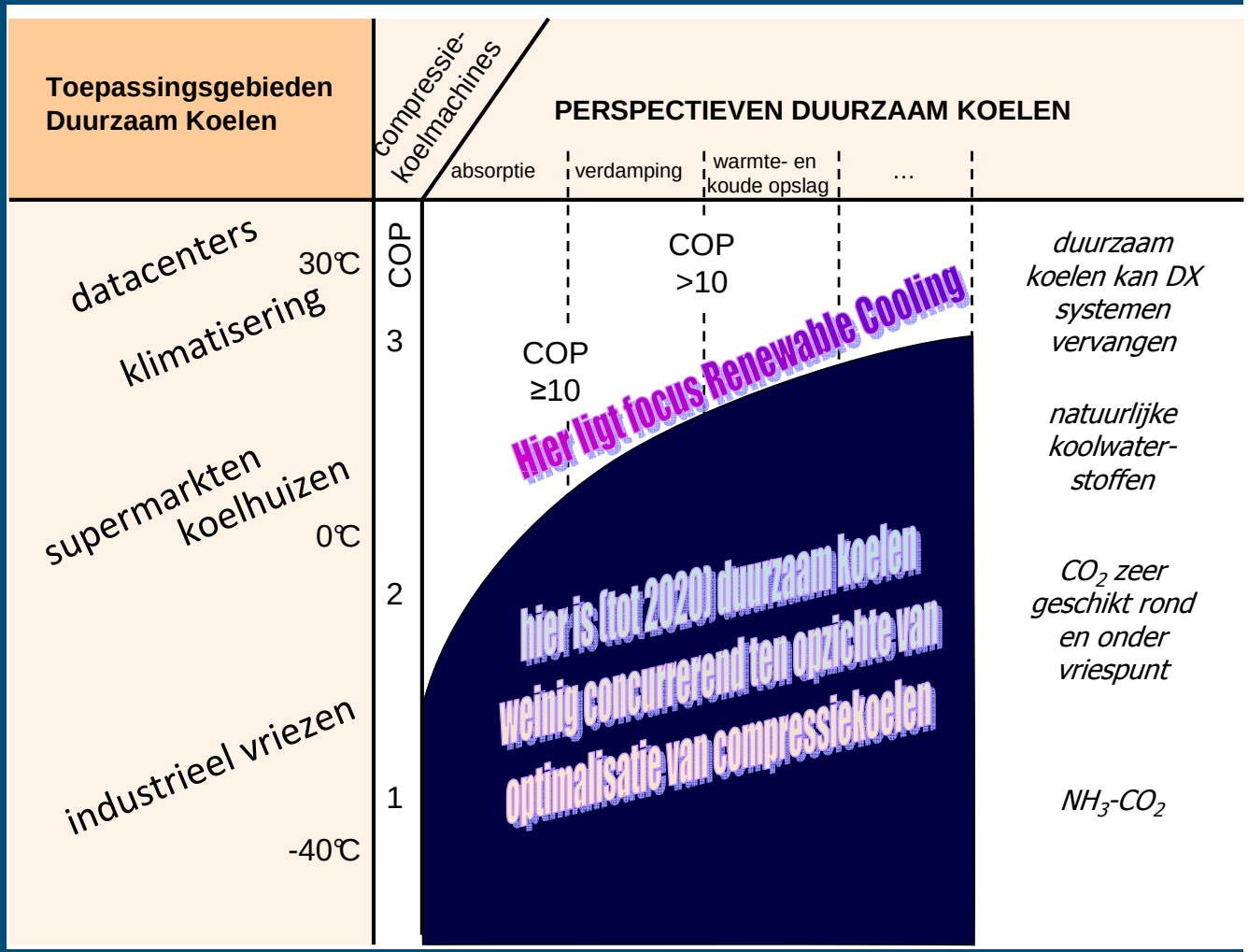
Duurzaam koelen biedt vooral kansen bij hoge koeltemperaturen:

- datacenters
- utiliteit airco

Bij lagere koeltemperaturen:

- natuurlijke koudemiddelen
- hybride met brandstofcel WKK – AKM

Verduurzaming vraagt meer maatwerk



AGROTECHNOLOGY & FOOD SCIENCES GROUP WAGENINGEN UR

TNO

NVKL koudetechniek & luchtbehandeling

SenterNovem

Uitdaging 2010-2020



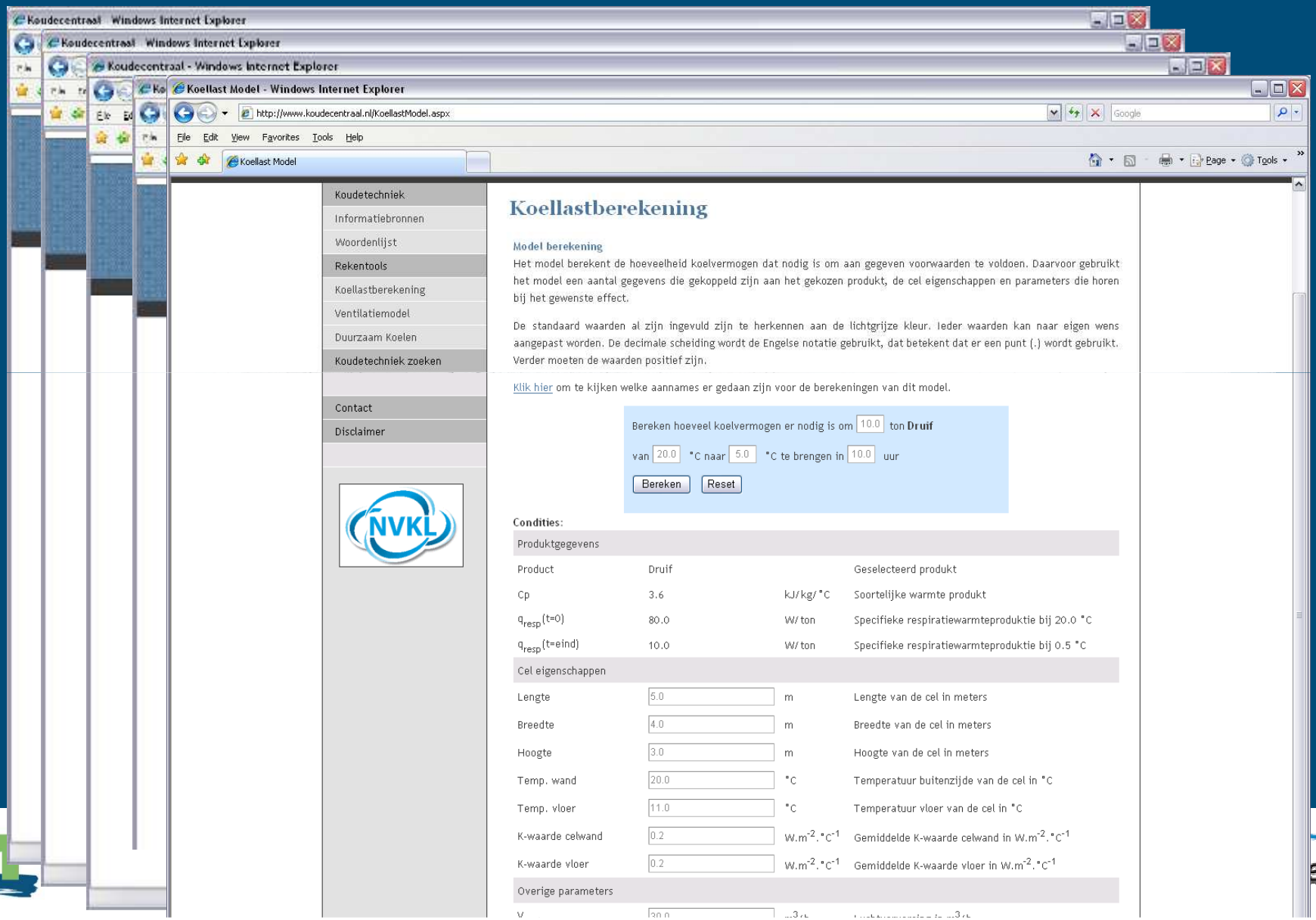
AGROTECHNOLOGY & FOOD SCIENCES GROUP
WAGENINGEN UR

TNO

NVKL
koudetechniek & luchtbehandeling

SenterNovem

Verduurzame vraagt meer maatwerk: WWW.KOUDECENTRAAL.NL



Aanbevelingen

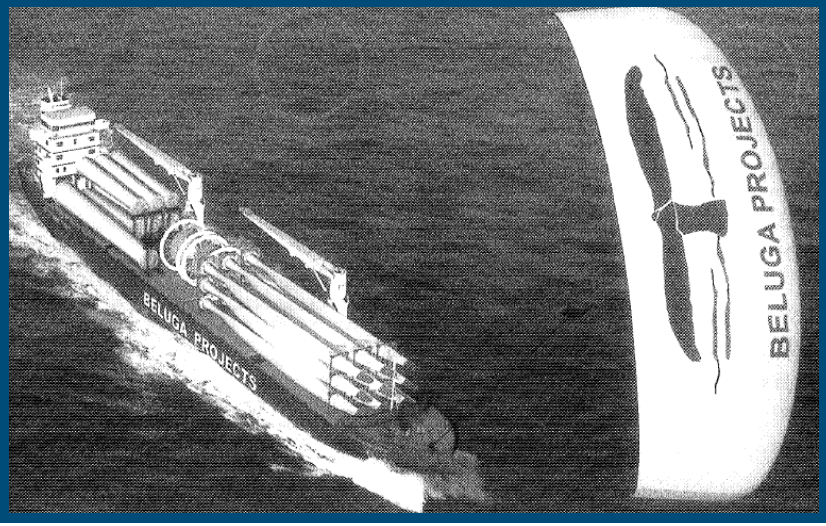
Incrementele verbetering of omzwaai nodig?

Het onafwendbaar dat er op grote schaal duurzame koeling wordt toegepast. COP>10

- Data-hotels en gebouwde omgeving moeten geheel duurzaam gekoeld worden.
- Mechanische koeling zal is een sneller tempo verduurzaamd moeten worden

> beperken van koelbehoefte in hoeveelheid en temperatuurniveau
> dynamiek in omgevingscondities maximaal benutten
> toepassing van natuurlijke koudemiddelen in koudemiddelarme systemen

Renewable Cooling technieken zijn beschikbaar en toepasbaar



Besteed de tijd tot 2010-2020 voor duurzamer product-markt-combinaties

Innovatie bedrijven zal het in 2020 voor de wind gaan

AGROTECHNOLOGY & FOOD SCIENCES GROUP WAGENINGEN UR

TNO

NVKL koudetechniek & luchtbehandeling

SenterNovem