

RENEWABLE COOLING:

Wat weten we?

Halen we de doelen voor 2020?

Week van de Koude, 8 december 2009

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



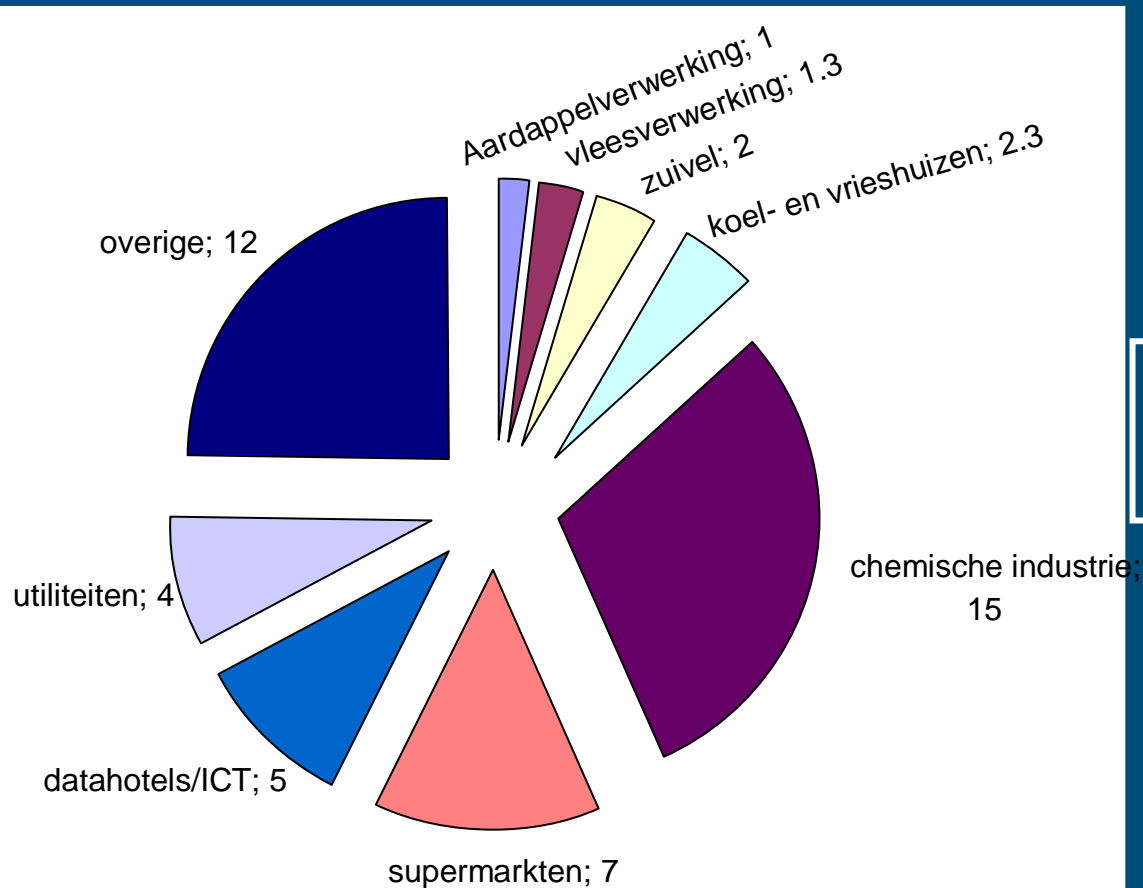
Het onderzoeksproject Renewable Cooling wordt uitgevoerd met praktische begeleiding van de NVKL en financiële steun van het ministerie van Economische Zaken (programma *Energie Onderzoek Subsidie: lange termijn (EOS-LT)*) en het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.



Inhoud presentatie

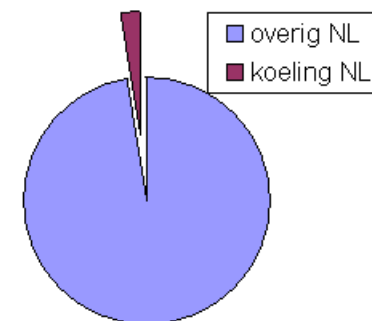
- Energieverbruik voor koeling in NL
- Kansen en beperkingen in NL klimaat
- Scheppen van juiste randvoorwaarden
- Overzicht duurzame koeltechnieken
- Kansen voor Renewable Cooling in:
 - datacenters
 - utiliteitsbouw en woningen
 - supermarkten
 - koel- en vrieshuizen
- Conclusies en aanbevelingen
-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

Jaarlijks NL primair energieverbruik voor koelen (PJ)



Koelen NL:
2% van energieverbruik
9% van elektriciteitsgebruik

Energiegebruik NL 3300PJ

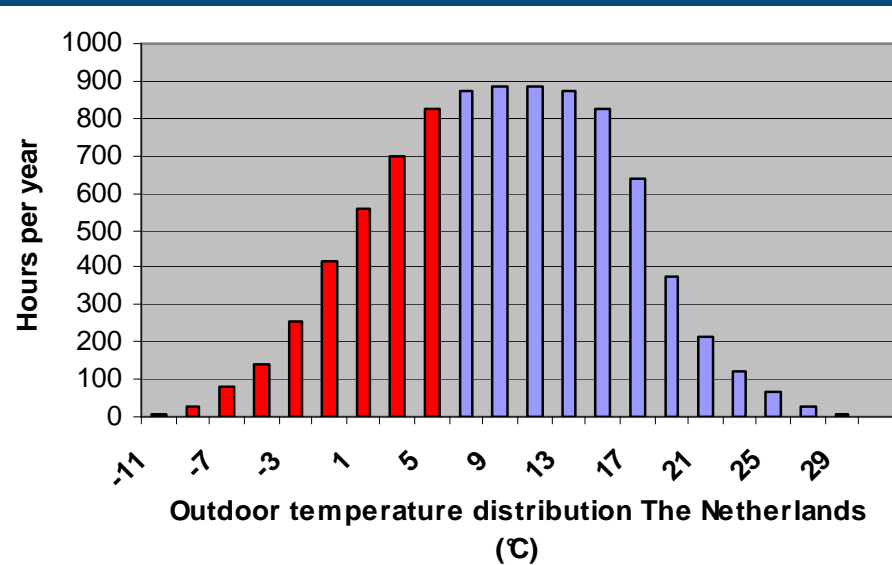
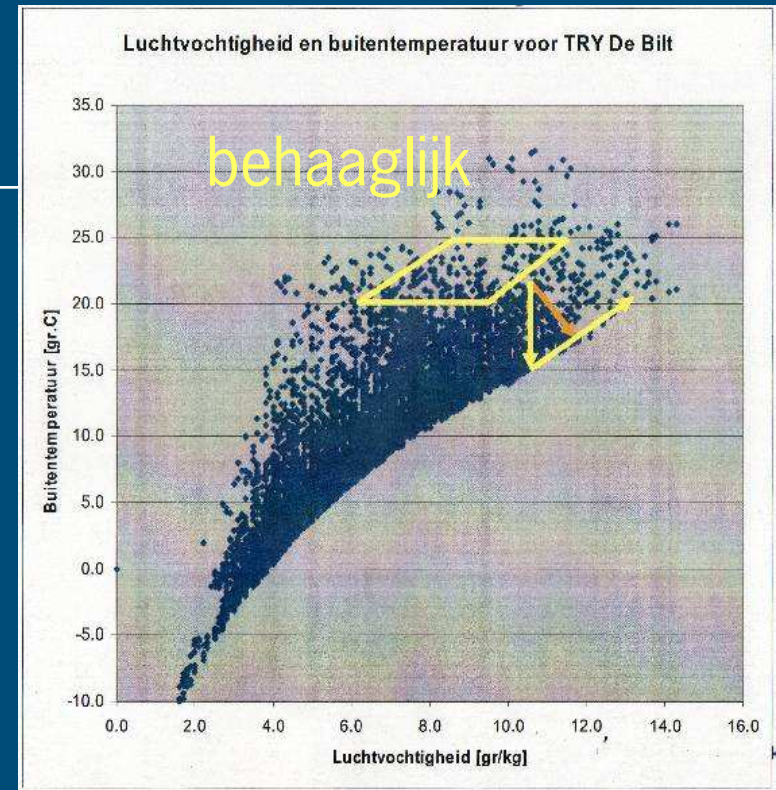


Totaal industrie + diensten: rond 50PJ ~ 3 tot 4 miljoen ton CO₂
Effect koudemiddelenverlies: ~ rond 1 miljoen ton CO₂

Kansen in Nederland?

Renewable Cooling =

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



Scheppen van juiste randvoorwaarden

Realiseren van Renewable Cooling:

**gelijk aan
het effectiever maken van het gangbare
mechanische koelproces,**

maar een stap verder doordacht

Scheppen van juiste randvoorwaarden

Stap 1. Effectiviteit van koelvraag vergroten (reductie koelbehoefte)

- Trias Energetica

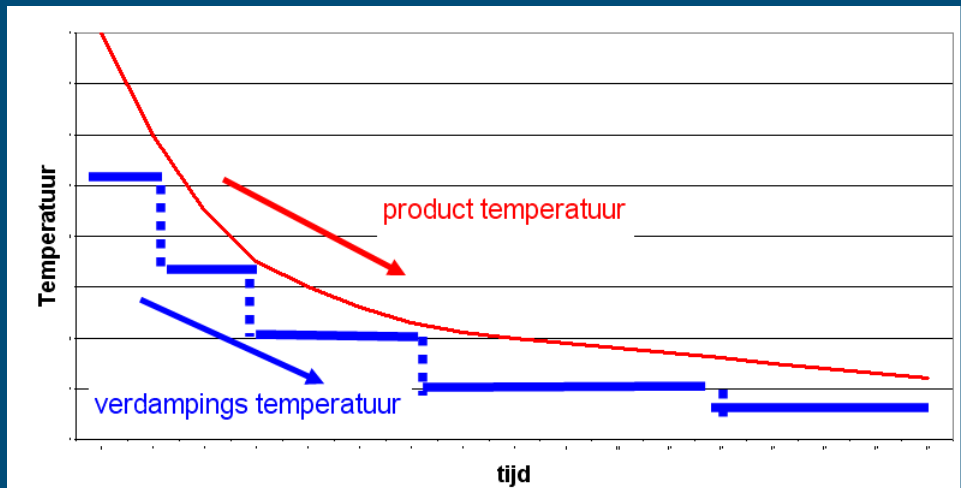


- Afstemmen van processen op bedrijfs- en procesniveau.
- Micro-climatisering en gebruik temperatuurzone's
- Omgevingsenergie uitnutten (lokale koudebronnen, buffering over seizoenen)

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.

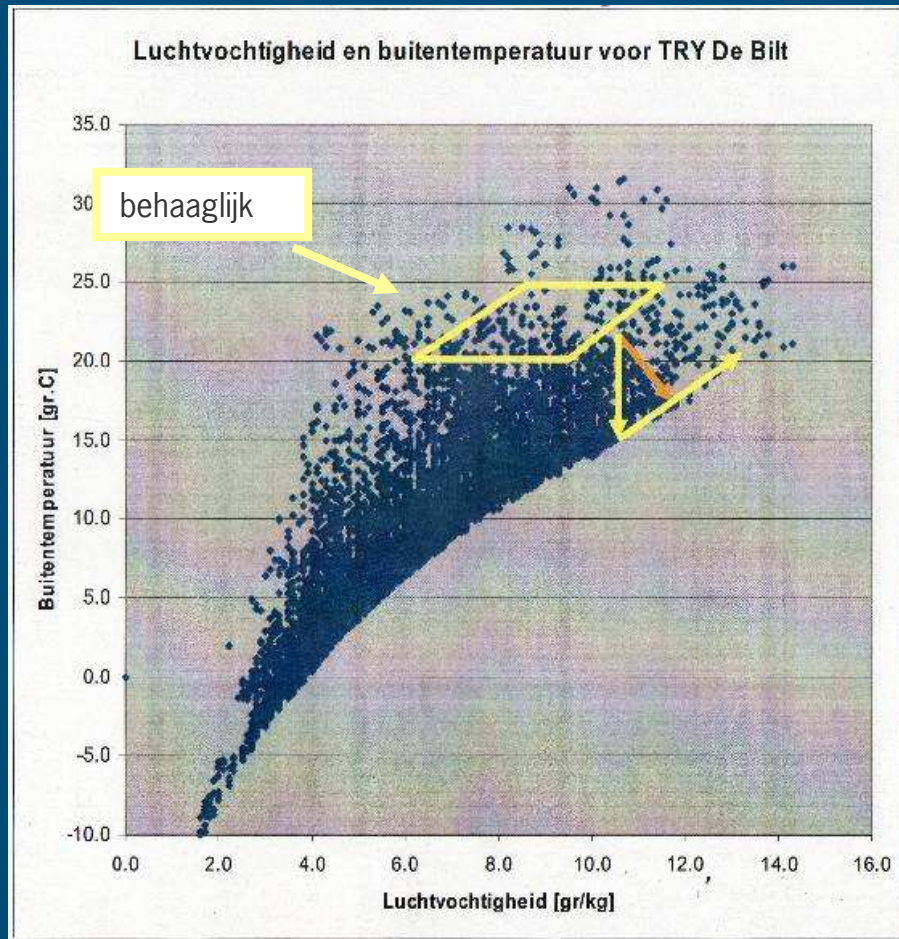
Benut hoog rendement Renewable Cooling

COP – Coefficient of Performance

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

Duur-
zaam

Duurzaam koelen Utiliteit en woningen



Gebruikseisen:

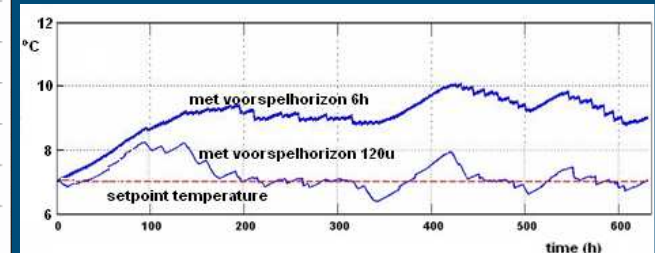
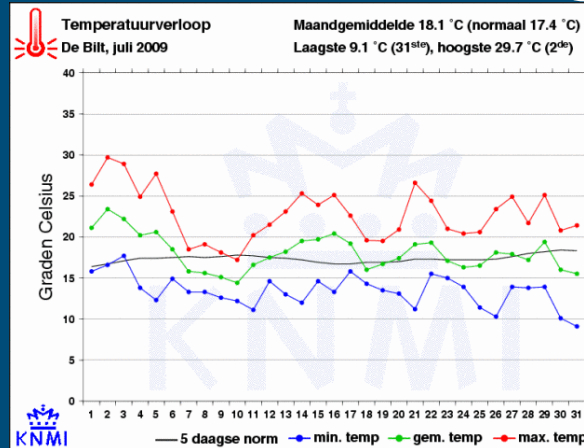
- relatief hoge ruimte temperatuur
- Ruimte temperatuur stijgt mee met buitentemperatuur

dus gunstig voor toepassing
Renewable Cooling

Zowel bodem, buitenlucht, water
zijn geschikt als koudebron.

Duurzaam koelen Utiliteit en woningen

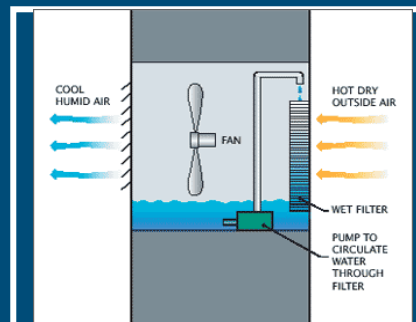
- natuurlijke ventilatie
 - dag/nacht ritme
 - anticiperen



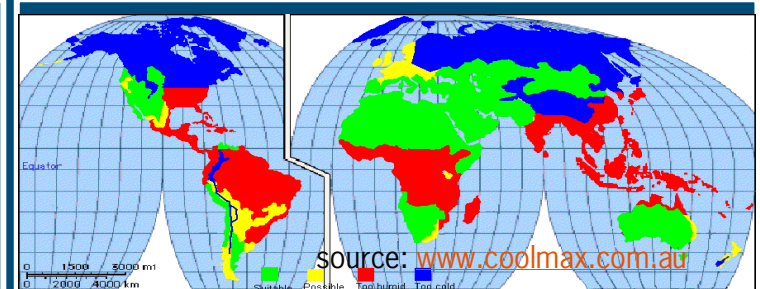
- bodem: open en gesloten bron



- verdampingskoeling →



direct: vocht in ruimte



mondiale toepasbaarheid

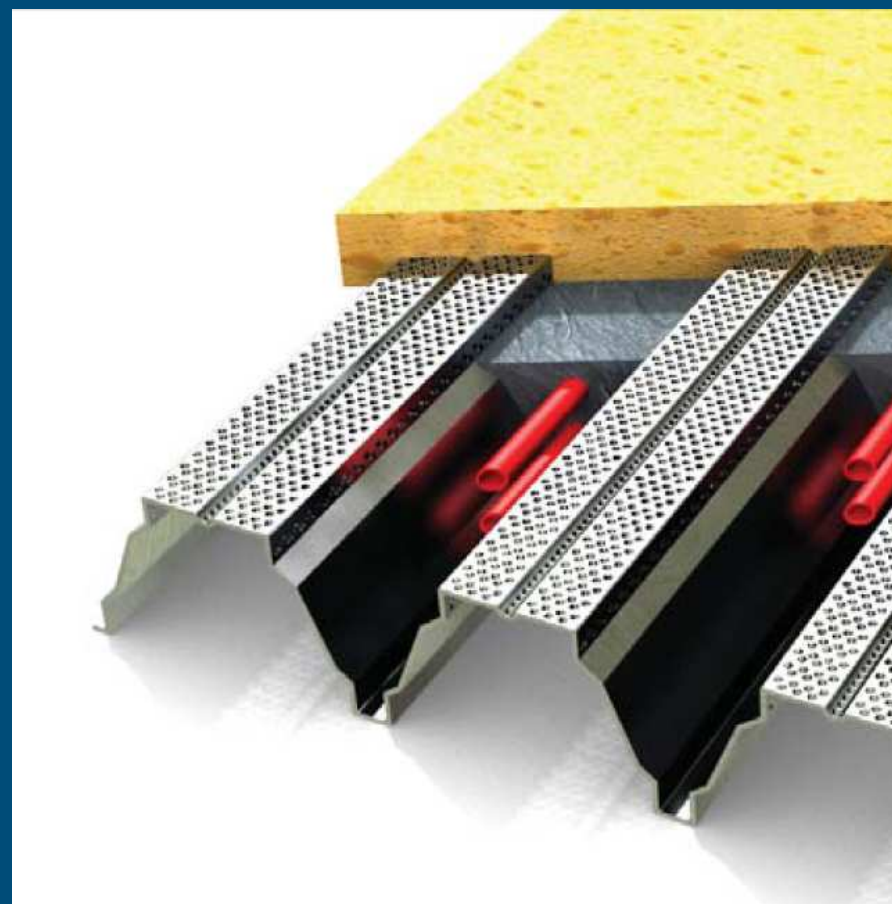
Duurzaam koelen Utiliteit en woningen

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



Duurzaam koelen Supermarkten

Koelen - verwarmen:

- benutten restwarmte condensor
→ aardgasloze supermarkten

Aanpassen werkwijze, bijv.:

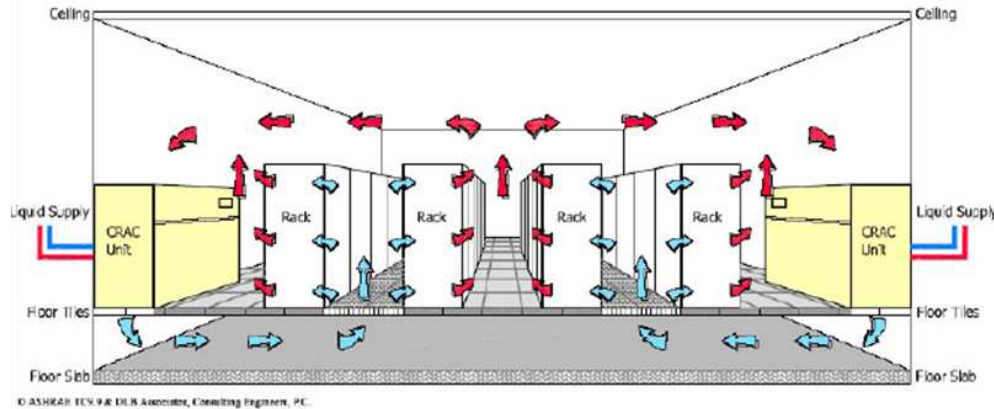
- single-product displays

Duurzame optimalisatie gangbaar koelen

- natuurlijke koudemiddelen
- condensorkoeling met regenwater of bodem



Duurzaam koelen Datacenters

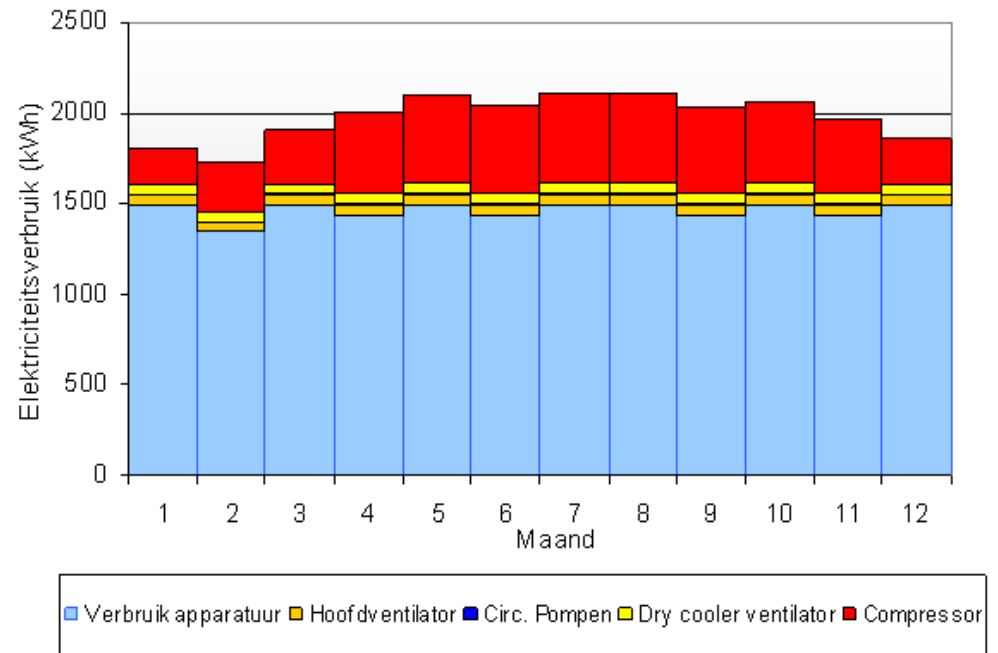


© ASHRAE 1999 & 2001, Cooling Systems, PC

System componenten zijn

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

Elektriciteitsverbruik in de loop van het jaar per categorie



100% duurzaam koelen Datacenters

Schrappen conventionele koelmachines !!!

+ Kans: koeltemperatuur ligt boven omgevingstemperatuur

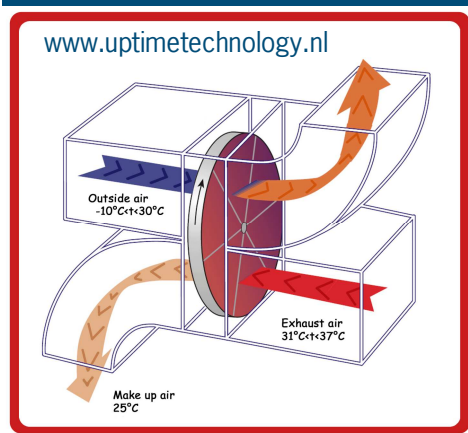
Veel combinaties van duurzame technieken mogelijk

- zeer hoge koelbelasting

Grote vermogens transporteren met lucht icm kleine ΔT vraagt grote luchtdebieten

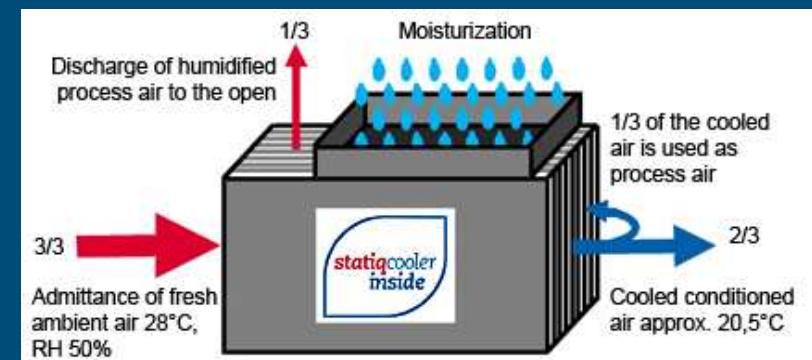
- vuil, eisen aan relatieve vochtigheid

Directe ventilatie is wenselijk maar is niet zondermeer mogelijk



Voorbeelden duurzame koeling:

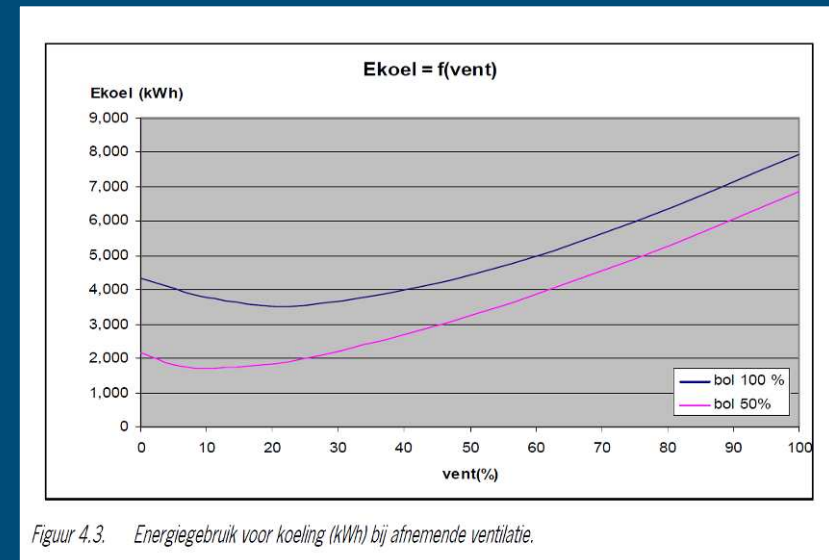
- Kyotowiel
- Statiq Cooling
- WKO, bodem
- Free cooling via koeltoren



Duurzamer Koel- en Vrieshuizen

Verduurzaming van mechanisch koelen:

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



Duurzamer koelen Koel- en vrieshuizen

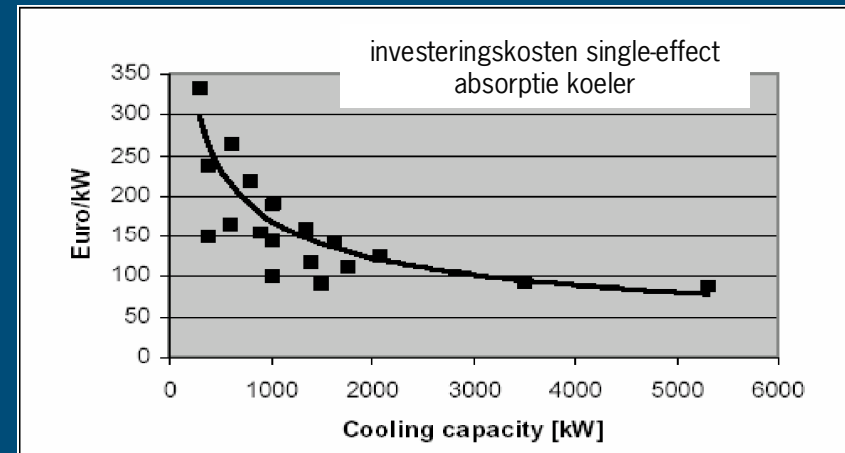
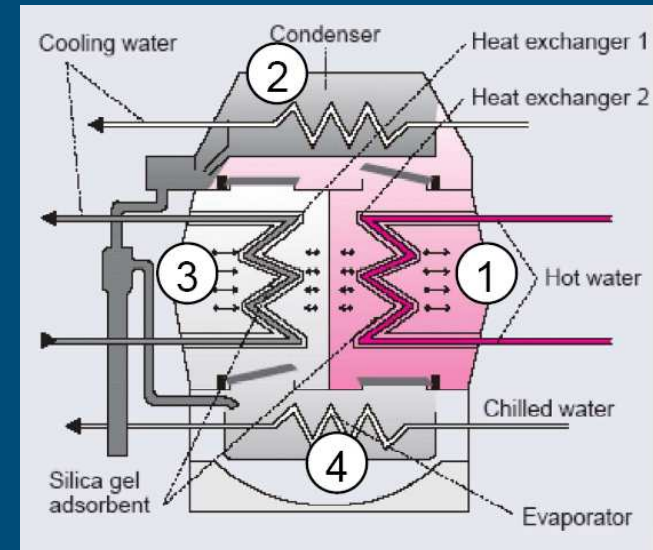
- Absorptiekoeling met afvalwarmte
- + Elektriciteitsbesparing 90%
- Hoge-temp. restwarmte nodig!
- Grote warmtewisselaars nodig

Welke afvalwarmte?

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

Toekomst:

combinatie brandstofcel WKK met absorptiekoeling



“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!

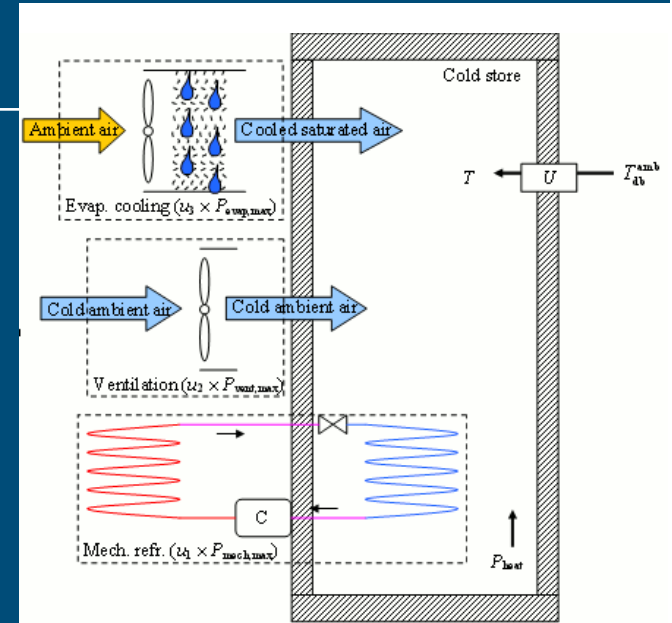
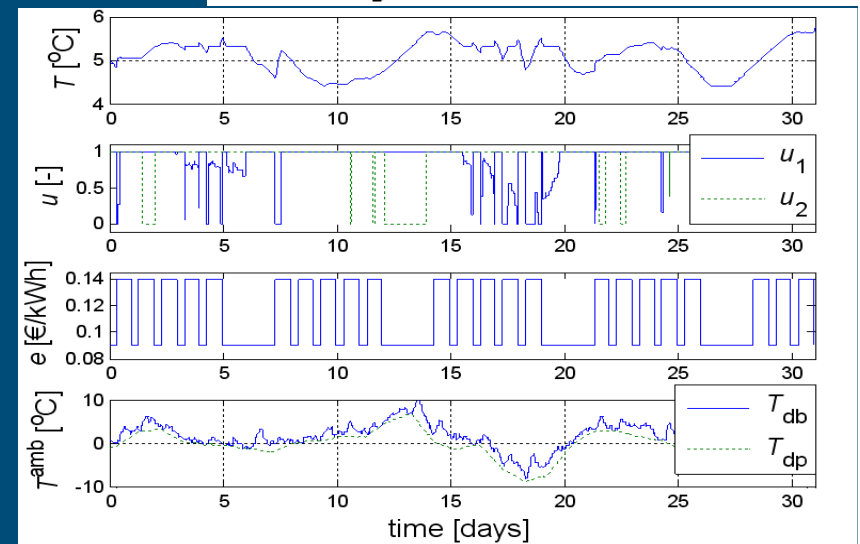


Fig. 1: Schematic cold store



Conclusies

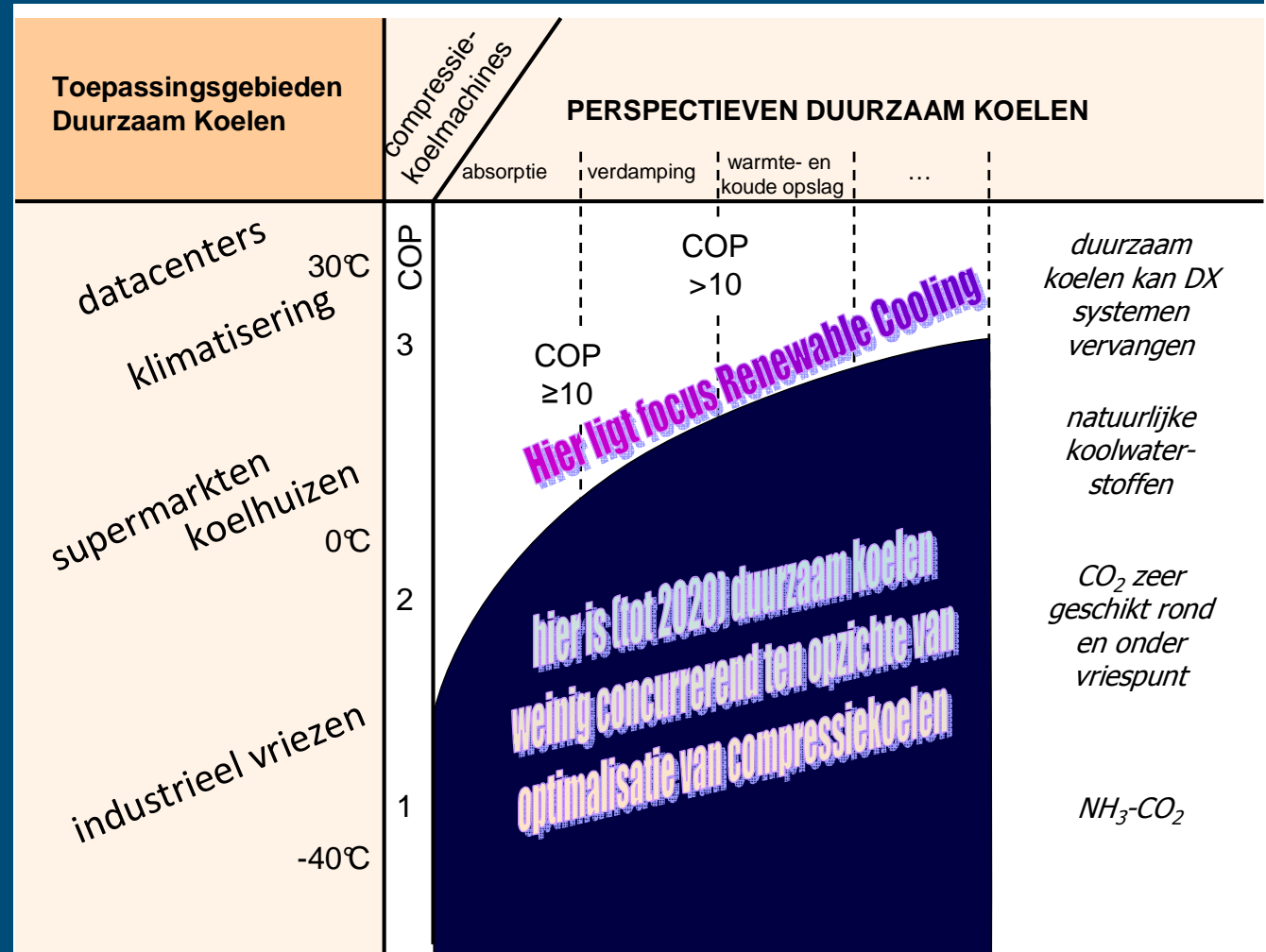
Duurzaam koelen biedt vooral kansen bij hoge koeltemperaturen:

- datacenters
- utiliteit airco

Bij lagere koeltemperaturen:

- natuurlijke koudemiddelen
- hybride met brandstofcel WKK – AKM

Verduurzaming vraagt meer maatwerk



Uitdaging 2010-2020



Verduurzame vraagt meer maatwerk: WWW.KOUDECENTRAAL.NL

The screenshot shows a Windows Internet Explorer browser window displaying the website <http://www.koudecentraal.nl/default.aspx>. The browser's address bar shows the URL, and the menu bar includes File, Edit, View, Favorites, Tools, and Help. The website's header features the logo "koudecentraal" in a stylized font, followed by the tagline "informatie over producten en processen in de koude-branche". Below the header is a navigation menu with items: Koudetechniek, Informatiebronnen, Woordenlijst, Rekentools, Koellastberekening, Ventilatiemodel, Duurzaam Koelen, Koudetechniek zoeken, Contact, and Disclaimer. The main content area is titled "Koudetechniek" and contains a welcome message: "Welkom op de Koudetechniek website. Deze service website voor de koudebranche ondersteunt en stimuleert bedrijfsleven, onderwijs en kennisinstituten. Het delen en vindbaar maken van kennis binnen de Koudetechniek staat hierbij centraal. Deze website is een initiatief van de Koudegroep Delft-Wageningen." Below this, there are links for "Nieuw! Direct naar de Koellastberekening en het Ventilatiemodel." and "U kunt zoeken in geselecteerde bronnen binnen de koudetechniek." A contact section asks for suggestions and provides the email info@koudecentraal.nl. An image shows a person interacting with a control panel. A red box highlights a document titled "PRODUCTGEGEVENS BRONTE EN FRUIT". The footer of the website includes "Copyright © 2009 Wageningen UR. Alle rechten voorbehouden." and links for "Disclaimer" and "Contract".



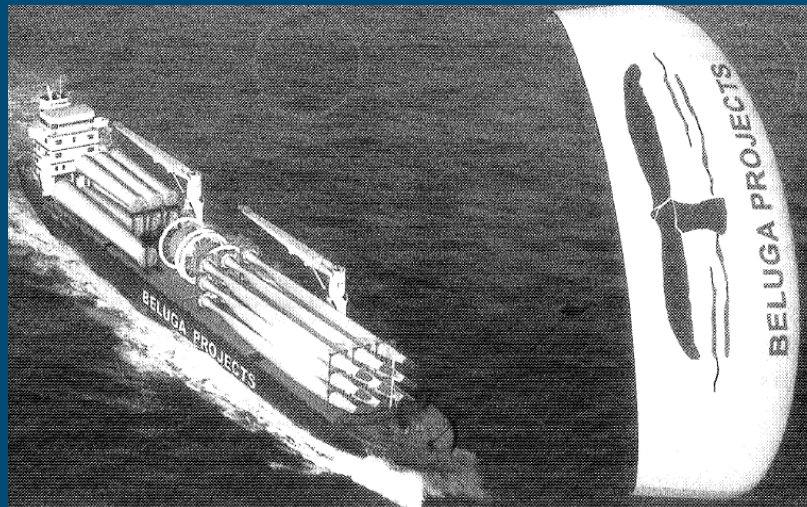
Aanbevelingen

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 temperaturniveau
 - > 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