

Info projectvoorstel binnen CORNET-frame:

Energetic and environmental optimisation of drying processes by integration of heat pumps HP4Drying

Zie uitnodiging infosessie 5 februari 2013 op voorlaatste slide

Aanvrager:

Bruno Vanslambrouck

Howest, Hogeschool West-Vlaanderen, Kortrijk

Opleiding Elektromechanica, onderzoeksgroep Thermodynamica

Associatie Universiteit Gent (integratie vanaf oktober 2013)

CORNET (COllective Research NETwork): Europees samenwerkingsverband, oproep 2013, deadline **28/03/2013**

Partners uit andere deelnemende landen/regio's

Gericht op praktische implementatie nieuwe technologieën.

Sterk KMO-gericht.

Financiering:

- 92,5% door Vlaamse Overheid via het IWT
- 7,5% cofinanciering door leden Gebruikersgroep (doelgroep van bedrijven en organisaties)

Hoofdindiener: HOWEST, de Hogeschool West-Vlaanderen

Coördinatie Vlaanderen: Bruno Vanslambrouck

Voorgestelde uitvoeringstermijn: 01/01/2014 - 31/12/2015

Modaliteiten en doelgroep in Vlaanderen identiek aan Vlaamse **TETRA-projecten**

TETRA-IWT project (2007-2009):

Waste heat recovery via ORC on renewable energy applications

15 leden in de gebruikersgroep, 5 case studies

TETRA-IWT project (2010-2012), binnen Europees ERA-SME kader:

Waste heat recovery via Organic Rankine Cycle

Duitse partner: Hochschule für Technik, Stuttgart

36 leden binnen Vlaamse gebruikersgroep, 7 binnen de Duitse
9 case studies in Vlaanderen

CORNET-project (2012-2013):

From waste heat to process heat (W2PHeat)

Structuur: zie volgende slide

29 leden binnen Vlaamse gebruikersgroep, 9 binnen de Duitse
7 case studies in Vlaanderen, waarvan 2 ivm droogprocessen



Partners



Association

Association

RTO

Association

RTO

RTO

RTO

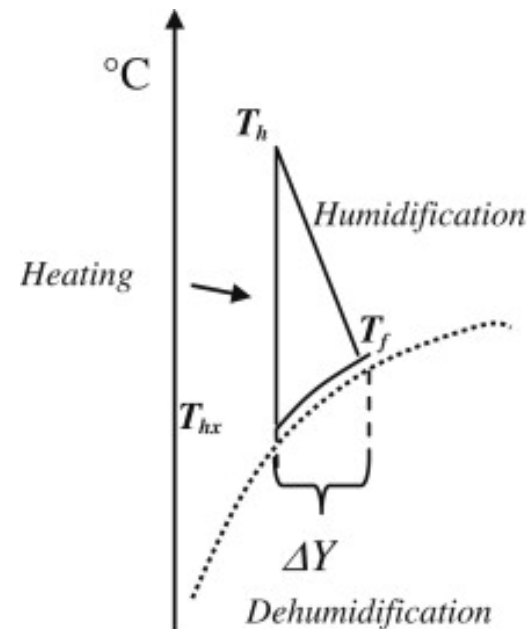
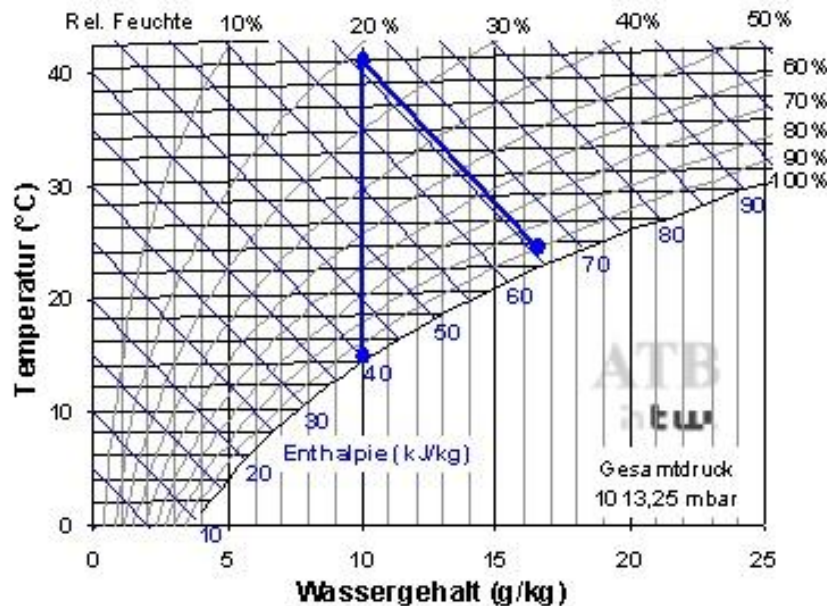
Collective Research Centre

Collective Research Centre

CORNET
Collaboration agreement

Lessen uit W2PHeat:

- Droogtoepassingen zijn interessante processen om warmtepompen in te integreren
- Maar: droogtoepassingen vereisen specifieke aanpak: t° -niveaus waarop warmte kan gerecupereerd worden moeilijker te bepalen, hangen sterk af van RV lucht (gas) na droger (hoe ver verwijderd van dauwpunt).

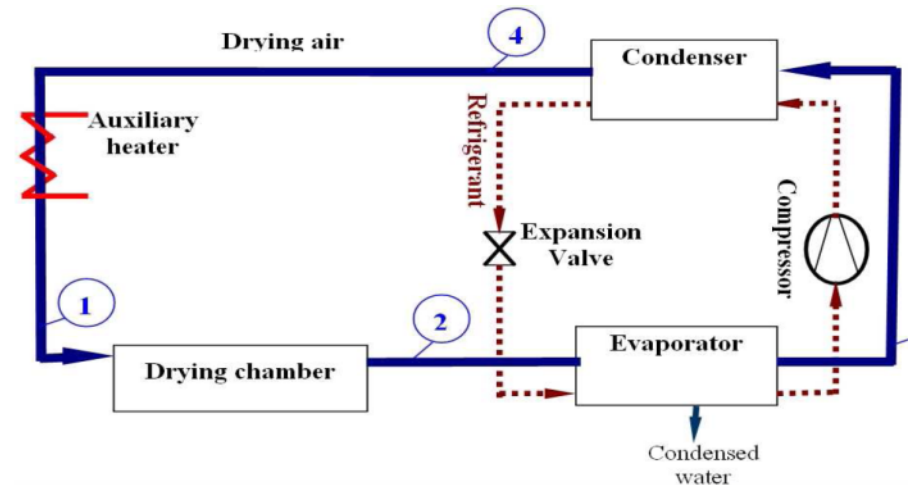
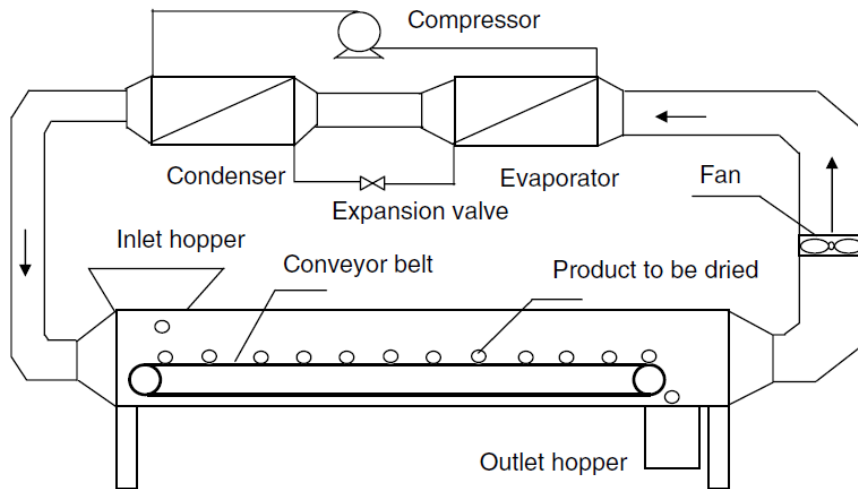


Voorgesteld principe:

Drooggas na droogkamer wordt ontvochtigd, condensatiewarmte wordt gerecupereerd en opgewaardeerd door warmtepomp.

Warmtepomp levert warmte voor (gedeeltelijke) verwarming vers of gerecirculeerd gas of voor een andere toepassing.

Een gesloten droogproces kan gerealiseerd worden maar is geen noodzaak.



Voordelen:

- Belangrijke energiebesparing
- Mogelijke realisatie gesloten droogcyclus: vermijden geurhinder (kan ook zonder warmtepomp)
- Toepasbaar in heel wat industriële sectoren

Bijkomende aandachtspunten:

- Condenswater te zuiveren ? Verdwijnt anders samen met vochtige lucht na droger
- Vervuiling lucht (gas) bij gesloten droogproces: ontstopping, verversing...
- Economische haalbaarheid

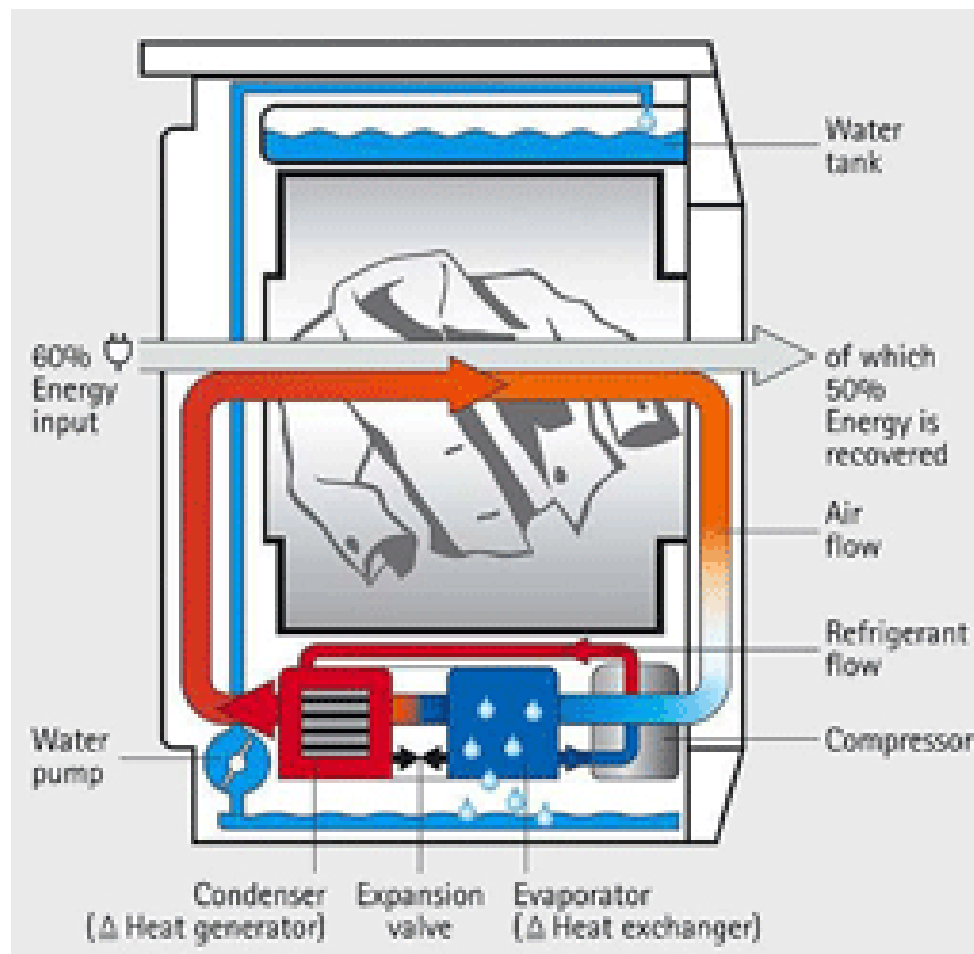
Multidisciplinaire aanpak vereist: zowel specialistische kennis warmtepompen als droogprocessen noodzakelijk, enkel mogelijk door (internationale) samenwerking meerdere onderzoeksteams

Reeds op de markt: huishoudelijke linnendroger met warmtepomp.

Miele Heat Pump tumble dryer

This dryer uses a refrigerant that is condensed by a compressor and led in a closed circuit through a heat exchange unit where heat exchange with the circulating drying air takes place.

Because this transfer of energy is rapid and very efficient on this dryer, energy consumption and running costs are about 46% lower.



Wetenschappelijke literatuur: (enkele voorbeelden)

HEAT PUMP DEHUMIDIFIER DRYING TECHNOLOGY—STATUS, POTENTIAL AND PROSPECTS

Dr Paul Bannister, Managing Director, Exergy Australia

Dr Gerald Carrington, Professor, Department of Physics, University of Otago, New Zealand

Dr Guangnan Chen, Senior Research Consultant, Energy Group Limited, New Zealand

Designing – Manufacturing of Heat Pump Dryer and Testing with “Gia Huong” Banana

Nguyen Van Hung, Nguyen Dang Tuan Kiet

Faculty of Engineering, Nong Lam University, Vietnam,

ThuDuc District - Hochiminh city – Vietnam,

Design Of Hybrid Heat Pump Dryer - Dehumidifier For Drying Of Agricultural Products

Chung Lim. LAW, Wan Ramli Wan. DAUD, Luqman Chuah. ABDULLAH

School of Chemical and Environmental Engineering, University of Nottingham Malaysia

Department of Chemical and Process Engineering, National University of Malaysia

Department of Chemical and Environmental Engineering, University Putra Malaysia

Modeling Kinetics of Heat Pump Atmospheric Freeze Drying

Kirill Mukhatov, Odilio Alves-Filho

Department of Energy and Process Engineering, Norwegian University of Science and Technology

Trondheim, Norway

HEAT PUMPS FOR WOOD DRYING – NEW DEVELOPMENTS AND PRELIMINARY RESULTS

Vasile Minea

Institut de Recherche d'Hydro-Québec, Laboratoire des Technologies de l'Énergie, Canada

HEAT PUMP DRYING OF SULPHATE AND SULPHITE CELLULOSE

Ingvald Strømmen, Trygve Eikevik, Odilio Alves Filho and Kristin Syveru

Norwegian University of Science and Technology, Dep. of Energy and Process Engineering

SINTEF Energy Research, NO-7465 Trondheim, Norway

Paper and Fibre Research Institute, Trondheim, Norway

COMBINED INNOVATIVE HEAT PUMP DRYING TECHNOLOGIES AND NEW COLD EXTRUSION TECHNIQUES FOR PRODUCTION OF INSTANT FOODS

[Odilio Alves-Filho](#)

pages 1541-1557

Comparison of Heat Pump Dryer and Mechanical Steam Compression Dryer

Lionel Palandre, Denis Clodic

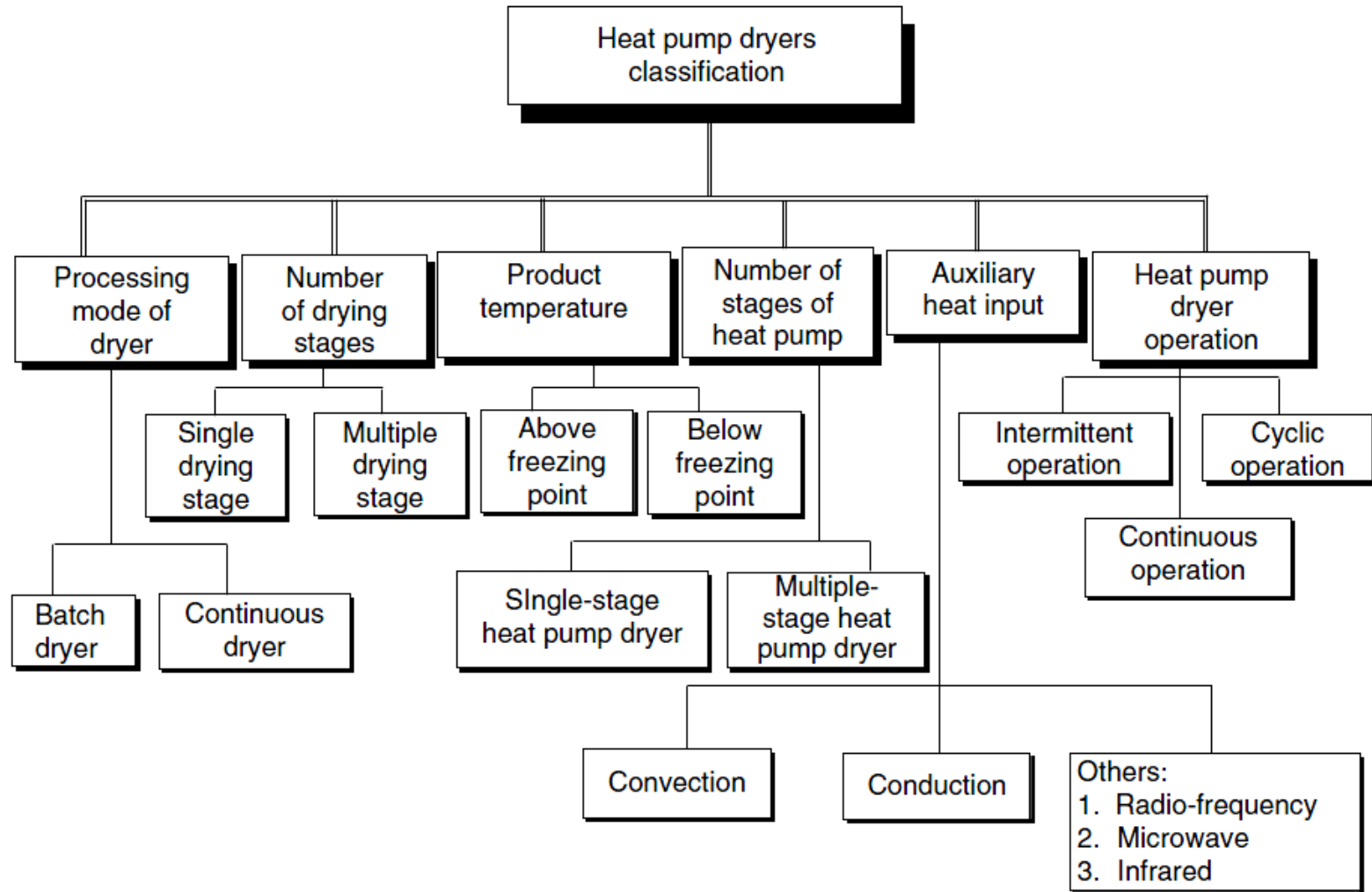
Ecole des Mines de Paris, Center for Energy Studies, Paris Cedex 06

Wood chip drying with an absorption heat pump

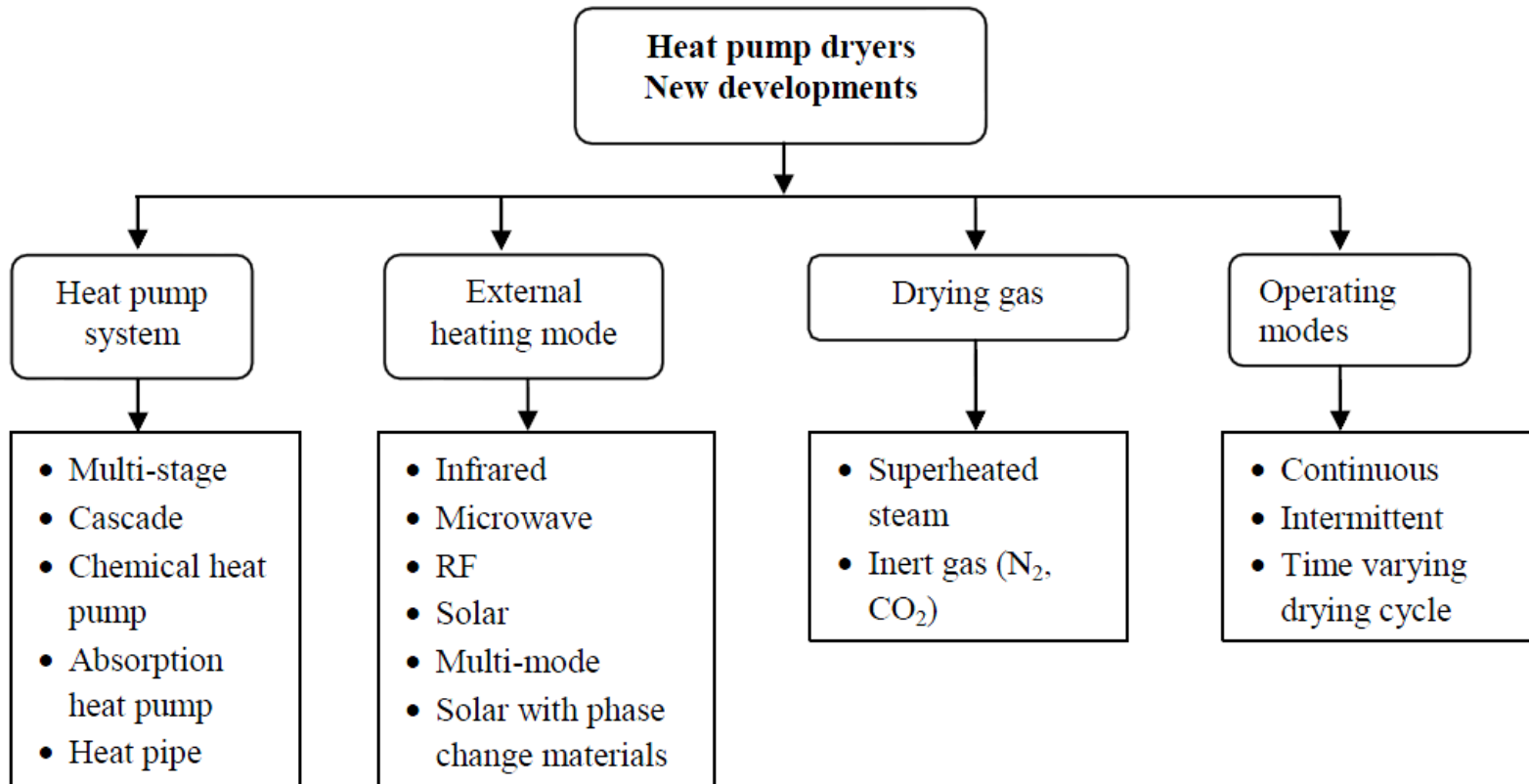
[Brice Le Lostec](#), [Nicolas Galanis](#), [Jean Baribeault](#), [Jocelyn Millette](#)

Génie Mécanique, Université de Sherbrooke, 2500 Boul. de l'Université, Canada

LTE, 600 Avenue de la Montagne, Shawinigan, QC, Canada



Source: Mujumdar, A.S., Handbook of Industrial Drying, CRC/Taylor and Francis (2007)



Source: Mujumdar & Jangam Some Innovative Drying Technologies for Dehydration of Foods

Drying heat pump technology: R&D needs and future challenges (1)

- Provide **drying-schedules** in terms of set dry- and wet-bulb temperatures, temperature depression in relation with the air relative and absolute humidity, and flow rate.
- Provide **drying curves** of the dried products, specifying whether their moisture content was measured and how (oven, continuously or intermittently)
- Install pre-heating and supplementary (back-up) heating (if necessary)
- **Essential data:**
 - Input/output quantities and initial/final moisture contents or dried materials
 - Heat pump dehumidification capacity and/or compressor rated input power
 - Condenser heating and heat rejection capacity
 - Heat pump pressures and temperatures throughout the drying cycles

Source: Minea, V., Part II – Drying heat pumps – Agro-food, biological and wood products, International Journal of Refrigeration (2012)

Drying heat pump technology: R&D needs and future challenges (2)

- R&D focused on final structure, color and nutritional quality of dried products, while the experimental set-up and drying methods were sometimes questionable
- Any change made in one aspect of the drying heat pump system will inevitably influence many others
 - dehumidification capacity
 - different products (solids, liquids)
 - drying modes (batch, continuously, intermittent)
 - drying mediums (air, inert gases, CO₂)
 - (negative/positive) temperatures
 - system control

Any convective-type dryer can be fitted with a suitable designed heat pump !

Source: Minea, V., Part II – Drying heat pumps – Agro-food, biological and wood products, International Journal of Refrigeration (2012)

Toepassingsvoorbeelden: binnen industrie tot op heden heel zeldzaam

Meest beschreven in literatuur:

- slibdrogers
- houtdroging
- drogen van voedingsproducten: specerijen, fruit (appels, bananen, noten...)

Of door andere onderzoekers als volgt verwoord:

Among others, some reasons for their neglect were the following:

- Uncertainty by potential users as to heat pump reliability
- Lack of good hardware in some types of potential applications
- Lack of experimental and demonstration installations in different types of industries
- Lack of required knowledge of chemical engineering and heat pump technology in target industries
- Relative cost of electricity and fossil fuels affecting the commercial viability of drying heat pumps

Minea, V., 2011, Industrial Drying Heat Pumps,

Refrigeration: Theory, Technology and Applications (Larsen, M.E.), Nova Science Publishers, Inc.

STC (Spain): Thermal sludge drying at low temperature



Vb. referentie:

LOUIS FARGUE (Bordeaux – France)

15,000 t/year of urban sludge

From 30% to 90% dry matter

1 line x 1,400 l/h

Heat pump technology + 30% biogas



High-Temperature Wood Drying Heat Pump

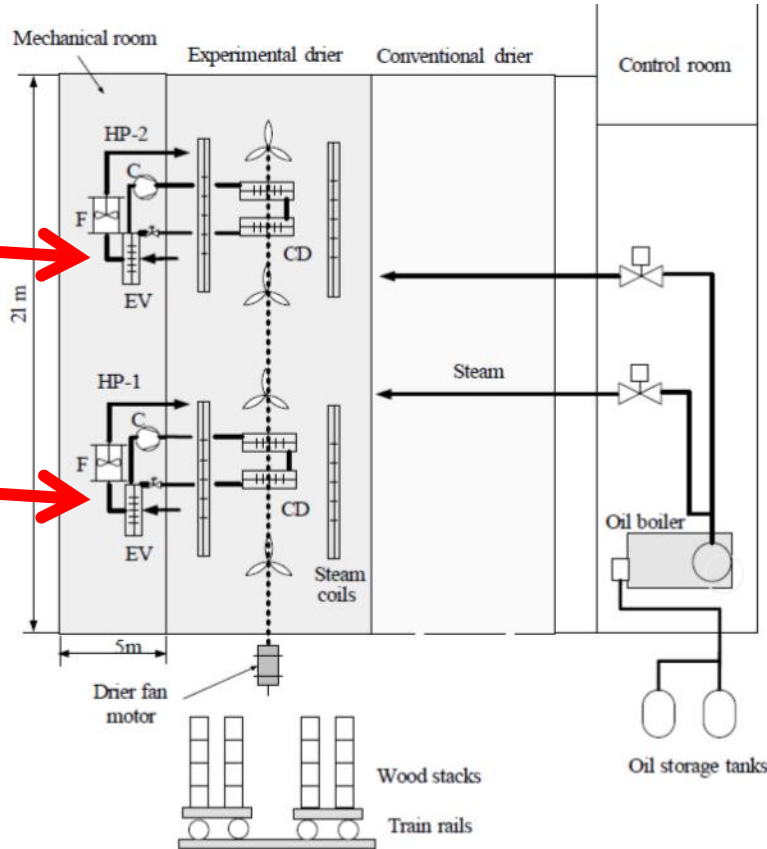


Figure 1 –View of the Experimental Wood Dryer (on left)

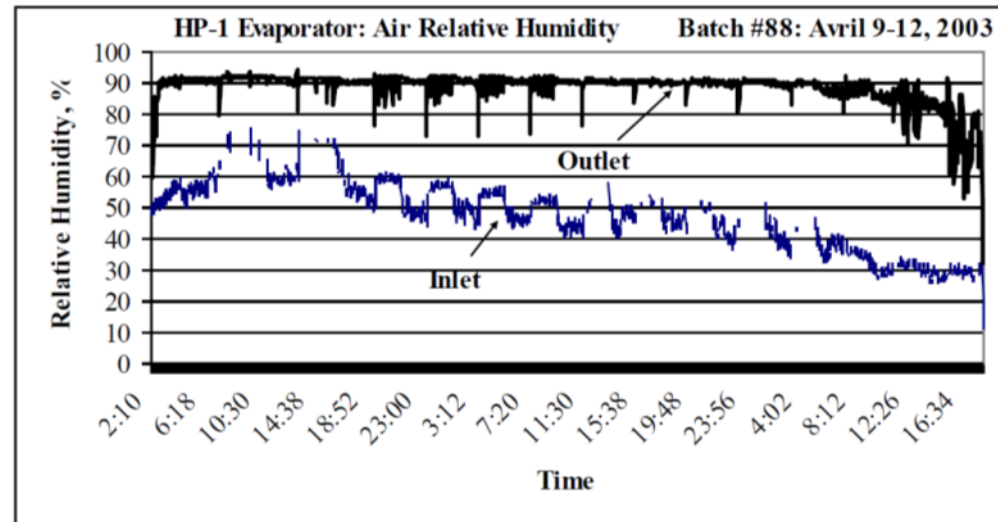
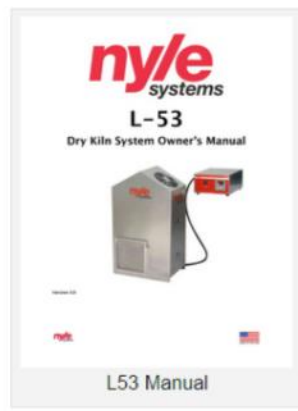
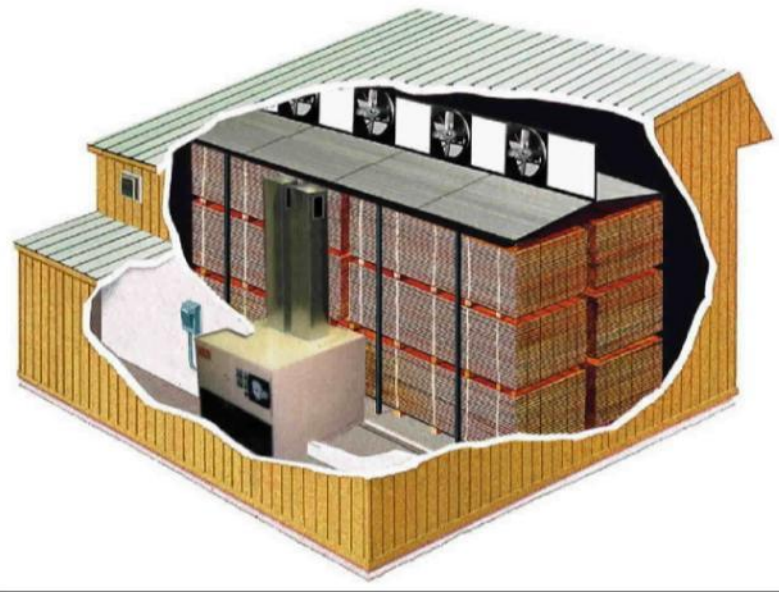


Figure 6.11. Air relative humidity entering and leaving the heat pump evaporator.

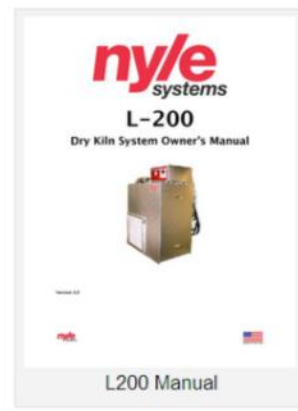
Source: Minea 2004 HEAT PUMPS FOR WOOD DRYING - NEW DEVELOPMENTS AND PRELIMINARY RESULTS



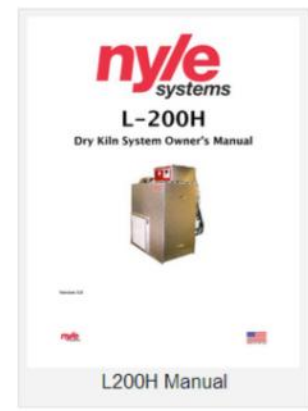
Lumber Drying Systems



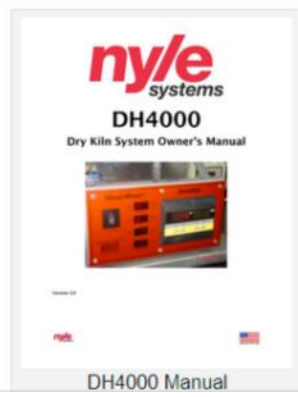
L53 Manual



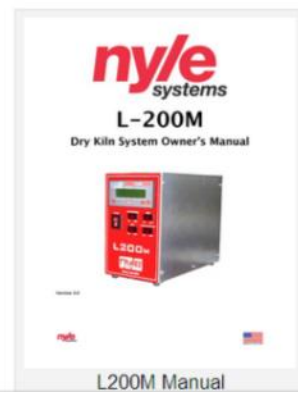
L200 Manual



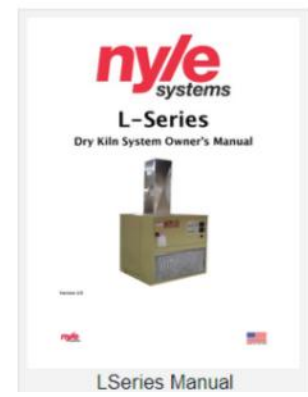
L200H Manual



DH4000 Manual



L200M Manual



LSeries Manual

Nyle Systems dryers use heat pumps to dry any product that is ideally dried between 4°C and 93°C

Food applications where our dryers are used include:

Confectionary (Candy)

Croutons

Fish & Sea Cucumber

Fruits (Apple, Tomato, Blueberry, Pineapple, Papaya)

Meat (Beef Jerky)

Mushrooms

Scrambled eggs (part of ready-to-eat meals)

Seaweed

Other Products where our dryers are used include:

Drum Sticks

Fluorescent tubes and light bulbs

Helicopter Blades

Ink (on paper)

Leather

Lumber

Paint

Paper Core





ATB Drying Group

Drying moist crops such as medicinal and spice plants.
By combining heat pumps with conventional air heating for low-temperature drying processes, energy savings of already 30 %.

Heat pump drying of medicinal plants
(semi-technical scale)

Example: Batch type drying plant with heat pumps Agrarprodukte Ludwigshof e.G. (Thuringia)



In literatuur aangehaalde voordelen:

- Heat pump dryers are **cost-effective** for drying solid food products and other labile substances
- Relatively low drying temperatures (25-45°C)
- Systems ***operate independently of ambient conditions*** as totally enclosed systems
- Higher rehydration capacity
- Better color retention with less browning effect
- Higher retention of vitamin C
- Better preservation of volatile compounds

Source: Minea, V., Part II – Drying heat pumps – Agro-food, biological and wood products, International Journal of Refrigeration (2012)

Ong, S.P. & Law, C.L., 2009. Intermittent heat pump drying in food and vegetable processing (2009)

Er wordt een goed gestructureerd projectvoorstel ingediend, waarbij de voorgestelde activiteiten onder 3 luiken vallen:

1) **Technologieverkenning**

Via literatuuronderzoek, contacten met onderzoeksinstituten of bedrijven wordt de stand van de techniek in kaart gebracht.

2) **Technologievertaling**

Technische en economische haalbaarheid binnen industriële processen wordt nagegaan. Dit ondermeer via case studies bij leden van de gebruikersgroep.

3) **Technologieverspreiding**

De projectresultaten worden via publicaties, lezingen en studiedagen verspreid onder de brede doelgroep.

Verder verloop van de aanvraag:

- Met deze voorstelling polsen wij naar industriële interesse voor projectidee
- Staan open voor aanpassingen en aanvullende voorstellen
- Oproep tot voorstellen van case studies (confidentialiteit tot op zekere hoogte mogelijk, te bespreken).
- Contacteren van potentiële wetenschappelijke partners in binnen- en buitenland (CORNET)
- Samenstellen Gebruikersgroep via intentieverklaring deelname

Samenstelling Gebruikersgroep:

- Technologiegebruikers (uitbaters drooginstallaties)
- Technologie-aanbieders (constructeurs, studiebureau's...)
- Promotie-organen

Engagement leden Gebruikersgroep:

- “stuurt” het projectteam (IWT aanvaardt meestal “bijsturingen” tijdens uitvoering van project indien besproken en aanvaard binnen Gebruikersgroep.
- Regelmatige deelname aan samenkomsten Gebruikersgroep (normaal 3x per jaar).
- Bijdrage aan vereiste 7,5% cofinanciering

Cofinanciering:

Projectbudget Vlaams deel CORNET max. € 480 000

Cofinanciering (7,5% = max. € 36 000)

Billijk te verdelen onder industriële partners Gebruikersgroep (meestal 10 à 15 of nog meer bedrijven, waaronder minimaal 4 KMO's).

Billijk = volgens bedrijfsgrootte, belang resultaten voor bedrijf, al dan niet uitwerken van case study voor bedrijf

Voordelen voor leden Gebruikersgroep:

- Kennis van projectresultaten uit eerste hand en met voorsprong tov bredere doelgroep.
- Belangrijke kennisbonus voor uw bedrijf
- Mogelijkheid om wetenschappelijke kennis en technologie aan specifieke toepassing te polsen, bv. via een case study
- Ruime netwerkmogelijkheden tijdens samenkomsten Gebruikersgroep en andere activiteiten

Via CORNET-frame:

CORNET partner countries/regions

Country/Region	Funding Agency
Austria	<u>Austrian Research Promotion Agency</u>
Belgium-Flanders	<u>Agency for Innovation by Science and Technology</u>
Belgium-Wallonie	<u>Service Public de Wallonie</u>
Cyprus	<u>Research Promotion Foundation</u>
Czech Republic	<u>Czech Ministry of Industry and Trade</u>
Germany - Programme Owner	<u>Ministry of Economics and Technology</u>
Germany - Programme Manager	<u>German Federation of Industrial Research Associations</u>
Poland	<u>National Centre for Research and Development</u>
The Netherlands	<u>Agentschap NL</u>

Interesse voor samenwerking met **Polen**:

- Houtdroging interessante potentiële toepassing
- Reeds interesse binnen 3 Poolse universiteiten, persoonlijke contacten.
- Er bestaat reeds Pools warmtepompplatform
- Unieke mogelijkheden wegens aanwezigheid onderzoeker binnen ons team die Russisch (en wat Pools) spreekt



Polska Organizacja Rozwoju Technologii Pomp Ciepła



*Indien interesse, nodigen wij u vriendelijk, geheel vrijblijvend, uit op een **info-sessie** die zal doorgaan op:*

Tijd: *dinsdag 05 februari 2013 om 16u*
Locatie: *Howest, campus GKG (Raadzaal)
Graaf Karel de Goedelaan 5
8500 Kortrijk*

Programma:

- *Voorstelling Howest, opleiding Elektromechanica
UGent, dept Mechanica van stroming, verbranding en warmte-overdracht*
- *Kort overzicht projecten binnen onderzoeksgroep Thermodynamica :
Organic Rankine Cycle en industriële warmtepompen*
- *Toelichting HP4Drying*
- *Bezoek labo: wkk, ORC en hoge t° warmtepomp (in/uit 80-120°) met WATER als
medium (KMO-Innovatieproject met ESSET als industriële partner)*
- *Napraten bij een hapje en een drankje*

Voor praktische organisatie, graag zo snel mogelijk een seintje, maar uiterlijk tegen donderdagavond 31 januari 2013 als wij u mogen verwachten (+ aantal deelnemers).

Voor alle bijkomende info:

ing. Bruno Vanslambrouck

HOWEST, opleiding Elektromechanica
Onderzoeksgroep Thermodynamica
Graaf Karel de Goedelaan 5, B-8500 Kortrijk

Mail: bruno.vanslambrouck@howest.be

Tel: +32 56 241211 of +32 56 241227 (dir)

www.howest.be

www.wasteheat.eu

www.orcycle.eu

www.cornet-w2pheat.eu