

IEA-DHC

연구보고서 요약문

1기	.....	1
2기	.....	8
3기	.....	18
4기	.....	31
5기	.....	42
6기	.....	52
7기	.....	63
8기	.....	71
9기	.....	77
10기	.....	84
11기	.....	89
12기	.....	94

Annex I (1983 ~ 1987)

1. Small-scale combined heat and power plant

2. State-of-the-art review of coal combustion for small district heating plant

3. Cost analysis of district heating networks

4. Temperature levels in district and local heating systems in Sweden

5. Technical and economic assessment of new distribution technology

6. Small heat meters

1-1

Small-Scale Combined Heat and Power Plant

분야 : 기술 > 열원 > 기초

연구 개요

- 가스터빈 또는 스팀터빈을 사용하는 $25MW_e$ 이하 소규모 열병합발전설비에 대한 사례연구를 통하여, 기술력 평가와 경제성 분석 및 이를 통한 향후 발전모델 전망을 다룸

연구 내용

- 소규모 열병합발전설비를 대상으로 각각의 사용연료별로 전기 생산비용을 비교해 본 결과, $3\sim 5MW_e$ 규모의 경우 고체연료를 사용한 스팀터빈 열병합발전설비가 천연가스를 사용하는 것보다 경제적인 것으로 나왔으며, 천연가스를 연료로 사용하는 가스터빈($1\sim 25MW_e$)의 경제성을 높이는 방안으로 스팀 주입을 이용하는 방법을 제안하였다. 또한 $8\sim 15MW_e$ 규모에서는 가스화 고체연료를 사용하는 내연엔진의 경우, 스팀터빈 열병합발전설비 만큼의 경제성을 가지는 것으로 나타났다.
- 열/전기를 소규모 열병합발전기에서 동시에 생산할 때, 주위 환경에 따라 석탄 발전기 및 보일러에서 각각을 생산할 때보다 SO_x 및 NO_x 배출량이 오히려 더 많은 경우도 발생할 가능성이 있으며, 이를 막기 위해서는 연소 및 정화 분야에서 소규모 및 대규모 에너지변환시스템 개발이 필요할 것으로 예측된다.

주관기관	National Energy Administration (Sweden)
공동수행기관	-
수행기간	1983 ~ 1987
연구책임자	-
비 고	IEA-DHC 제1기 연구과제

1-2

State of the Art Review of Coal Combustors for Small District Heating Plants

분야 : 기술 > 열원 > 기초

연구 개요

- 소규모 석탄 연소 지역난방 열원시설에 대한 최신기술 조사
 - 5~15MWt의 소규모 지역난방열원시설을 대상으로 하는 석탄 연소기술 동향 조사
 - 순환유동층 연소의 기술적 특성 및 잠재성 분석
 - 가스/유류 연료 대비 경제성 평가

연구 내용

- 석탄은 전세계 산업화 국가들이 이용하는 풍부한 고체연료로서, 소규모 지역난방설비에 사용되는 고체연료에 대한 기술적 검토는 대부분 석탄에 초점을 맞추어져 진행되어 왔다. 이와 연관지어, 오일/가스연료를 사용하는 지역난방설비와의 차이점에 대해 알아보고 석탄 사용으로 인해 발생하는 문제점을 해결해나가고자 한다.
- 본 연구는 각 국가의 보유기술에 관한 환경규제, 유동층 연소기술, 기존 발전소의 운영기술 및 경험, 경제성, 소규모 지역난방설비에 적용했을 때 각 석탄연료 기술이 가진 현재의 잠재력 평가 등을 다루고 있다. 최근 몇 년 동안 석탄연료 보일러에 대한 개발 노력 대부분이 순환유동층 연소시스템에 관한 것이며, 본 기술 검토도 여기에 집중하였다.

주관기관	National Energy Administration (Sweden)
공동수행기관	-
수행기간	1983 ~ 1987
연구책임자	Robert Holcomb
비 고	IEA-DHC 제1기 연구과제

1-3

Cost Analysis of District Heating Networks

분야 : 기술 > 열수송 > 기초

연구 개요

- 지역난방 열배관망에 들어가는 투자비는 일반적으로 지역난방시스템 전체 투자비용에서 매우 많은 비중을 차지하고 있으며, 사용자 인근지역으로 갈수록 더욱 그러하다.
- 본 연구에서는 열수요 밀도가 낮은 지역을 중심으로 이러한 지역난방 열배관망 투자비에 대해 분석하고자 한다.

연구 내용

- 지역난방 배관망 비용분석
 - IEA 8개 회원국의 18개소 지역난방설비 데이터를 바탕으로 지역난방 배관망을 건설하는데 들어가는 비용을 세분화하여, 이를 환경별 비용 데이터로 정리
- 지역난방 배관망 비용에 영향을 주는 요인(연결열부하, 운영 온도 및 압력, 대도시, 신도시, 주택가 등의 수요지 형태 등)에 대해 체계적으로 분석
- 열배관망 비용을 크게 “기본비용”과 “추가비용”으로 나누어 분석하되, 지형적 특성, 건물 특성, 열수요 밀도 등과 관계없이 순수하게 열배관 단위 길이당 매설비용인 ‘기본비용’에 대해 중점적으로 다룸

주관기관	Fiarrvarmebyran i Vasteras AS
공동수행기관	-
수행기간	1983 ~ 1987
연구책임자	Birger Abrahamsson
비 고	IEA-DHC 제1기 연구과제

1-4

Temperature Levels in District and Local Heating Systems in Sweden

분야 : 기술 > 열원 > 기초

연구 개요

- 스웨덴에서의 지역난방계통수 온도 수준 검토
 - 스웨덴 지역난방시스템에서의 운영온도 저감 가능성에 관한 연구
 - 운영온도 저감에 따른 장점(열생산 비용 절감)과 단점(수송비용 증가, 기타 사용자 설비 추가 비용)에 대한 비교 검토

연구 내용

- 지역난방시스템에서 최적의 온도를 일반화하여 설정하는 것에는 여러 가지 어려움이 따른다. 이 보고서는 결과적으로 단기적으로 눈에 보이는 요소와 장기적인 요소를 모두 고려했을 때, 임의의 온도를 최적값이라고 설정하는 것은 불가능하다고 판단하고 있다. 그러나 이 연구결과에 따르면, 전반적인 운영온도 감소는 여러 가지 이익을 수반하므로, 각 시스템에 맞는 온도는 해당 시스템마다의 구체적인 조건에 맞추어 각각 결정해야 한다고 설명하고 있다.
- 스웨덴 정부의 주도하에 꾸준히 진행되어 온 지역난방 운영온도 저감을 위한 노력과 가능성에 대해 다루고 있다.

주관기관	National Energy Administration
공동수행기관	-
수행기간	1983 ~ 1987
연구책임자	Hans Rode / Ingvar Engvist
비 고	IEA-DHC 제1기 연구과제

1-5

Technical and Economic Assessment of New Distribution Technology

분야 : 기술 > 열배관 > 기초

연구 개요

- 지역난방 열배관은 전체 지역난방시스템 중에서 가장 비용이 많이 드는 구성요소로 볼 수 있는데, 사용자 열수요가 감소하거나, 단독주택 지역 같이 건물간의 간격이 멀어질수록 그 비용은 크게 증가하게 된다.
- 따라서 지역난방사업자들은 열배관 설치, 매설 및 연결 기법이 더 효율적이 되고, 비용측면에서 더 저렴해지지 않는 한 경제성 문제에 부딪히게 된다. 여러 참여국가에서 나온 정보에 따르면, 열배관 설치비용을 낮추기 위한 기술 개발들이 꾸준히 수행되어왔으며, 본 연구에서는 중복되는 연구를 피하기 위해, 국가마다 입수 가능한 결과들을 전체 참여 국가들과 비교, 공유하고자 하였다.

연구 내용

- 효율적인 열공급을 위한 배관망 구성 신기술의 기술적·경제적 평가
 - 지역난방사용자에 저렴한 열을 공급하기 위한 방법에 대한 연구로, 세대별 인원수 감소 등 사용자의 변화에 따른 효율적인 열공급을 위한 배관망 구성에 대한 기술적 검토 수행
 - 시장성, 기술 성숙도, 비용절감 등을 고려한 열배관망 구성 기술 평가

주관기관	GEF Ingenieurgesellschaft für Energietechnik (Germany)
공동수행기관	-
수행기간	1983 ~ 1987
연구책임자	Lothar Gerke
비 고	IEA-DHC 제1기 연구과제

1-6

Small Heat Meters

분야 : 기술 > 사용자 > 기초

연구 개요

- 소형 열량계
 - 소규모 지역난방사용자의 열사용량 측정 문제점 제시
 - 소형 건물의 열사용량 측정에 대한 정확도와 신뢰도 향상을 위해 설치된 소형 열량계의 평가
 - 소규모 지역난방사용자를 위한 일반적이고 정확한 열량계 제시

연구 내용

- 지역난방사업자가 활용 가능한 결과 도출
 - 여러 국가에서 시행된 소형 주택용 열량계 효율에 대한 설문조사를 기초로, 제조사별 성능과 용량을 요약, 기술 및 사양별 성능리스트 작성
- 소형 열량계 제작업체나 구매업체가 활용 가능한 결과 도출
 - 우수한 소형 열량계에 대해 사양별 성능리스트를 작성, 평가함으로써 제작업체와 구매업체에의 가이드라인 제시
- 소형 열량계 관련 현장 연구자가 활용 가능한 결과 도출
 - 한 주택에 대하여 다양한 온도와 유량 조건으로 열량계의 동적특성에 대한 연구 수행
 - 계측(샘플링) 빈도가 열량계의 정확도에 미치는 영향에 대한 분석 시행

주관기관	IEA-DHC 제1기 전문가 그룹
공동수행기관	-
수행기간	1983 ~ 1987
연구책임자	Risto Kimari / Willy Sdunzig
비 고	IEA-DHC 제1기 연구과제

Annex II (1987 ~ 1990)

1. Advanced district heating production technologies
2. Static problems in the laying of plastic jacket
3. Fitting in plastic jacket pipelines
4. Welded sleeves technique for plastic jacket pipes
5. New methods in underground engineering and installing of DH pipelines
6. A Technology Assessment of Potential Telemetry Technology for DH
7. Guidelines of converting building heating systems for hot water district heating system
8. Advanced energy transmission fluids
9. Heat meters
10. Thermal energy from refuse analysis(TEFRA) computer program

2-1

Advanced District Heating Production Technologies

분야 : 기술 > 열원 > 기초

연구 개요

- 1987년에 시작된 “고급 지역난방 생산기술”의 연구결과 목록과 주요내용 정리
 - 지역난방 및 냉방시스템을 위한 고급 열생산 기술 조사
 - IEA 회원국들이 현재 개발 중에 있는 고급 기술들에 관한 설명을 기술
 - 지역난방용 열생산에 관한 대체기술 조사시 기획 도구로써 활용
 - 주요 열생산기술의 특징, 한계, 환경 고려사항, 기술기발 단계 등의 정보를 제공하기 위함

연구 내용

- 캐나다, 덴마크, 독일, 핀란드, 네덜란드, 노르웨이, 스웨덴, 미국 등 IEA 회원국 7개국의 열생산시설과 관련된 고급 대체기술을 정리하였다.
- 보고서 발간시점 현재를 기준으로 소각/연소(Incineration/Combustion), 열병합발전(CHP), 재생에너지(Renewable Energy), 열펌프(Heat Pump), 열회수(Heat Recovery), 핵연료(Nuclear), 냉각(Cooling) 등의 7가지 주제로 분류된 총 47개의 열생산기술을 설명하였다.

주관기관	DK-TEKNIK (Denmark)
공동수행기관	-
수행기간	1987 ~ 1990
연구책임자	Ove C. Mørck and Thomas Pedersen
비 고	IEA-DHC 제2기 연구과제

Static Problems in the Laying of Plastic Jacket Pipes

분야 : 기술 > 열배관 > 기초

연구 개요

- 플라스틱 재킷 파이프의 매설에 관련된 정적(static) 설계기술 소개
 - 유럽 각국의 지역난방 운용조건(operational data) 및 설계기준
 - 보상기(compensator) 없이 설치 가능한 Branch 설치길이 계산
 - 파이프의 방향전환(change in direction) 관련 기준

연구 내용

- 덴마크, 핀란드, 독일, 네덜란드 및 스웨덴의 열수송관 공사 전문가를 대상으로 각국의 플라스틱 재킷 파이프 시공관련 기술에 대한 설문조사를 수행하고 각 국가별로 그 결과를 요약하였다.
- 플라스틱 재킷 파이프의 매설에 필요한 정적계산(static calculation)의 예시로 DN 200 이하의 환경에 대한 framework 계산 사례를 제시하였다.
- 플라스틱 재킷 파이프의 방향전환(change in direction)과 관련하여 독일, 스웨덴, 덴마크, 네덜란드 등 유럽 각국의 기준을 비교하였다. 그 결과로 응력해석 없이 설치 가능한 최대 각도, 폼패드 없이 피팅 가능한 최대 각도, 설치 폼패드의 최대 두께 등의 설계기준을 국가별로 정리하였다.

주관기관	GEF Ingenieurgesellschaft für Energietechnik Und Fernwärme MBH (Germany)
공동수행기관	-
수행기간	1987 ~ 1990
연구책임자	-
비 고	IEA-DHC 제2기 연구과제

2-3

Fittings in Plastic Jacket Pipelines

분야 : 기술 > 열배관 > 기초

연구 개요

- 지중매설 이중보온관의 피팅류(Fittings) 관련 유럽지역의 기술현황 요약
 - 매설 이형관의 일반조건 및 설계법규 소개
 - 유럽 각국의 피팅류 및 부속자재의 매설기법 정리

연구 내용

- 덴마크, 핀란드, 독일, 네덜란드 및 스웨덴의 열수송관 공사 전문가를 대상으로 각국의 피팅류(Fittings) 및 부속자재의 매설기법에 대한 설문조사를 수행하고 각 국가별로 그 결과를 요약하였다.
- 특히 점검구(Inspection Shaft)의 설치 없이 이중보온관 자체에 설치하는 차단(Shut-Off) 부속품을 설명하고, 통풍(Venting) 및 배출(Draining)용 열수송관 설비에 요구되는 운용요건 등을 소개하고 있다.
- 유럽지역 각국 현지의 부설 실례를 질적으로 비교한 보고서로써, 구체적인 권장사항은 아니나 피팅류 설비와 관련된 개념 정립을 위한 정보를 제공하고 있다.

주관기관	GEF Ingenieurgesellschaft für Energietechnik Und Fernwärme MBH (Germany)
공동수행기관	-
수행기간	1987 ~ 1990
연구책임자	-
비 고	IEA-DHC 제2기 연구과제

2-4

Welded Sleeves Technique for Plastic Jacket Pipes

분야 : 기술 > 열배관 > 기초

연구 개요

- 플라스틱 재킷 파이프의 용접 슬리브 기법 연구
 - 현재 적용중인 플라스틱 재킷 파이프의 용접 기법 소개
 - 용접 장치 및 작용응력, 마찰 등 플라스틱 재킷 파이프의 용접 기법 및 역학적 검토
 - 플라스틱 재킷 파이프 용접부 평가를 위한 장기 인장시험 결과와 향후 용접기법 개발방향 제시

연구 내용

- 1990년 3/4월 기준, 플라스틱 재킷 파이프의 용접 기법으로써 “Welded Sleeve”, “Secotube”, “Ewelcon”, “EL-Welded Sleeve”, “Welded Jacket Sleeve”, “Eco-Weld”, “Swedish Joint” 등의 기술개요 및 각 용접기법과 관련된 준비과정, 용접기구, 용접방법 등을 상세히 설명하였다.
- 용접부에 작용하는 축응력(Axial Stress) 분포 및 마찰특성, 용접부 양 끝단에 작용하는 저항과 그 처리방법 등 역학적 특성을 분석하였다.
- 용접부의 안정성 평가를 위한 장기 인장시험(Long Term Tensile Test)과 관련된 기본소재의 샘플 테스트 수행 결과 용접 후 재킷 파이프 소재의 품질 변화 문제를 제시하였다.

주관기관	GEF Ingenieurgesellschaft für Energietechnik Und Fernwärme MBH (Germany)
공동수행기관	-
수행기간	1987 ~ 1990
연구책임자	-
비 고	IEA-DHC 제2기 연구과제

2-5

New Methods in Underground Engineering and Installing of District Heating Pipelines

분야 : 기술 > 열수송 > 응용

연구 개요

- 열수송관 매설시 굴착 없이 시공이 가능한 시공법 소개
 - 트렌치(trench) 없이 매설하는 시공법
 - 레이더 기술을 이용한 지반조사 기법
 - 흡입굴착기(suction excavator)
 - 현 기술에 대한 평가 및 향후 개발 전망

연구 내용

- 트렌치를 이용하지 않고 충격(impact)이나 구멍을 뚫는 방식(drilling)에 의한 열수송관 시공법 현황 소개
- 지반상태에 따른 건조 수평터널링 기법(horizontal dry bore tunnelling process) 및 습윤 수평터널링 기법(horizontal wet bore tunnelling process)의 선택 및 적용기법
- 지오레이더(georadar)를 이용한 지반조사 원리 및 조사결과 소개
- 흡입굴착기를 이용한 기초 굴착 수행방식 예시 및 장비 소개
- 터널링 시공법 및 흡입굴착 기술의 현황 및 향후 전망 요약

주관기관	Technische Werke der Stadt Stuttgart AG (Germany)
공동수행기관	-
수행기간	1987 ~ 1990
연구책임자	-
비 고	IEA-DHC 제2기 연구과제

2-6

A Technology Assessment of Potential Telemetry Technologies for District Heating

분야 : 기술 > 열배관 > 응용

연구 개요

- 원격 측정기술의 지역난방 적용을 위한 가능성 검토
 - 북미 지역의 전력 사업자들을 중심으로 발전된 자동 분배용 양방향 원거리 측정시스템의 지역난방사업 도입 가능성 검토
 - 대표적인 원거리 측정 시스템의 소개 및 지역난방 적용시의 운영비 절감 효과 분석

연구 내용

- AMR(Automatic Meter Reading) 기술은 북미지역의 전기 사업자를 중심으로 계량기의 원격검침과 이의 분석에 따른 피크타임 전기 소비 수요 억제를 목적으로 발전되어 왔다.
- 본 보고서는 원격 측정기술의 지역난방 적용 가능성을 평가하기 위하여 상기 시스템의 운용에 필요한 통신매체들, 예를 들어 전화망(Telephone Networks), 전력망통신(Power Line Communications), 무선(Radio), 케이블TV(CATV), 위성(Satellite), 광섬유(Fiber Optics) 기술에 대한 소개 및 분석을 하고 있다.

주관기관	Netherlands Agency for Energy and the Environment
공동수행기관	P.E.I. Energy Corporation (Canada)
수행기간	1987 ~ 1990
연구책임자	Tom Bowling (Bell Northern Research)
비 고	IEA-DHC 제2기 연구과제

2-7

Guidelines for Converting Building Heating Systems for Hot Water District Heating

분야 : 기술 > 사용자 > 기초

연구 개요

- 기존 건물의 난방시스템을 중온수를 이용한 지역난방으로의 전환기술 가이드라인 제시
 - 기존의 스팀이나 가스, 전기를 이용한 난방 시스템이 갖추어진 건물을 중온수를 이용한 지역난방으로 전환하기 위한 기술 가이드라인
 - 기존 건물의 지역난방 전환을 위한 분배시스템을 비롯한 전환 설계 절차 제시 및 실제 적용사례 소개

연구 내용

- 중온수를 이용한 지역난방의 기본적 내용을 개괄하고 기존 건물의 전환 또는 신축시 중온수 지역난방을 위한 건물 설계의 핵심사항을 설명하였다.
- 기존의 스팀, 가스, 오일, 전기 등을 이용한 난방시스템이 적용된 건물에서 중온수를 이용한 지역난방으로 전환하기 위하여 열교환기, 계량기, 보조분배시스템 등 각 컴포넌트의 전환설계방식을 소개하여 경제적으로 지역난방 전환이 가능하도록 구체적인 기술 가이드라인을 제시하고 있다.
- 보고서 후반부에 가이드라인에서 다룬 주제들 중 일부를 설명해줄 실제 사례들을 담고 있다.

주관기관	District Energy St. Paul, Inc. (USA)
공동수행기관	Prince Edward Island Energy Corp. (Canada)
수행기간	1987 ~ 1990
연구책임자	Alexander H. Sleiman, Mark Spurr, Anders Rydaker, and Michael Karnitz
비 고	IEA-DHC 제2기 연구과제

Advanced Energy Transmission Fluids

분야 : 기술 > 열수송 > 기초

연구 개요

- 국제에너지기구(IEA)의 전문가그룹이 지역난방 및 지역냉방용 고급운송유체(advanced transmission fluids)에 관해 수행한 여러 가지 연구 결과를 정리한 보고서
 - 아이스슬러리(ice slurry)와 냉각수(chilled water)의 수력학적 특성연구
 - 지역난방시스템에서 마찰저감제(friction reduction additives)가 부식 및 오염에 미치는 영향과 다른 첨가제와의 상호작용에 관한 연구
 - 지역난방시스템에 드래그감소첨가제(drag reduction additives)를 사용하기 위한 유압 네트워크 시뮬레이션 연구
 - 지역냉난방 에너지 전달을 위한 고급운송유체에 대한 연구

연구 내용

- 유압드래그감소 첨가제와 부식 억제제, 기타 수처리 첨가제가 함께 사용되는 조건에서 아이스슬러리의 생산과 처리에 관한 문제를 조사
- 여러 가지 계면활성 마찰저감제와 부식억제제가 지역난방 컴포넌트의 부식 특성에 미치는 영향 조사
- 마찰저감제, 난방용 열전달 강화를 위한 위상변화 슬러리, 지역냉방용 아이스슬러리 등의 분야에 대해 지금까지 수행된 연구 및 실험내용을 정리

주관기관	NOVEM BV (Netherlands)
공동수행기관	Earth Resources, Ltd. (USA)
수행기간	1987 ~ 1990
연구책임자	-
비 고	IEA-DHC 제2기 연구과제

Heat Meters

분야 : 기술 > 사용자 > 기초

● 연구 개요

- 열량계(heat meter) 관련 문제에 대한 4가지 연구결과 요약
 - 소형 열량계의 실험실 및 필드 테스트 연구
 - 열량계의 필드테스트 장비에 대한 연구
 - 열량계의 데이터 취득 및 자동진단시스템 연구
 - IEA 국가의 연구개발 활동에 관한 정보 프로젝트

● 연구 내용

- 자기유도, 초음파, 싱글제트 베인휠(single-jet vane wheel), 회전 불, 멀티제트 베인 휠 등의 구조와 작동원리가 다른 5가지 소형 열량계에 대한 실험실 및 필드 테스트 결과 정리
- 원격검침 계량기가 탑재된 세대의 열량계를 이용, 현재의 검침방식을 점검하고 열량계의 성능을 관리하기 위한 필요성 제시
- IEA 회원국의 열량계 분야 연구개발 활동에 대한 조사결과 정리

주관기관	SINTEF (Norway)
공동수행기관	-
수행기간	1987 ~ 1990
연구책임자	Rolf Ulseth
비 고	IEA-DHC 제2기 연구과제

Annex III (1990 ~ 1993)

1. CFC-free plastic jacketed pipes for district heating
2. DH piping with plastic medium pipes Status of the development and laying costs
3. Bends for plastic jacket pipe systems able to withstand high transverse loadings
4. Advanced energy transmission fluids for DH&C
5. The design and operation of Ice-Slurry based district cooling system
6. Consumer heating system simulation [CHESS]
7. The environmental benefits of DH&C
8. DETECT, The Consequence model for Assessing the Environmental Benefits of DHC
9. Promotion manual for district energy systems
10. Quantitative Heat Loss Analysis of Heat and Coolant Distribution Pipes by means of Thermography

3-1

CFC-Free Plastic Jacket Pipes for District Heating

분야 : 기술 > 열배관 > 응용

연구 개요

- 플라스틱 재킷 파이프 생산을 위해 사용되는 CFC-11 발포제를 대체하기 위한 연구
 - 기존의 플라스틱 재킷 파이프 생산에 주로 CFC-11 발포제가 사용되었으나, 오존층 파괴 문제로 인해 몬트리올 의정서에 의해 규제가 이루어짐
 - 따라서, 각 나라에서 사용되는 CFC-11 발포제를 대체하기 위한 연구나 규제 정책에 대한 조사 수행

연구 내용

- 플라스틱 재킷 파이프 생산을 위한 3가지 대체 품(foam)
 - 다른 제조사들의 CO₂-foam
 - ABB C. I. Möller사의 M90-foam(1.1.1-trichlorethane과 HCFC-22로 발포)
 - TARCO의 green foam(HCTC-142b와 CO₂로 발포)
- CO₂-foam은 세계적으로 규제되지 않고, M90-foam같은 1.1.1-trichlorethane을 포함하는 품들은 조사된 나라에서 규제 기한이 결정되어지고 있어 수년 내에 사용하지 못할 것이며, green foam같은 HCTC-142b와 CO₂에 기반한 품은 스위스를 제외한 대부분의 나라에서 여전히 허용됨

주관기관	IEA-DHC 제3기 전문가 그룹
공동수행기관	-
수행기간	1990 ~ 1993
연구책임자	Mr. Prof. Sture Andersson외 9명
비 고	IEA-DHC 제3기 연구과제

3-2

District Heating Piping with Plastic Medium Pipes Status of the Development and Laying Costs

분야 : 기술 > 열배관 > 응용

연구 개요

- 기존 지역난방 시스템의 Medium pipe는 열과 압력에 잘 견디기 때문에 강관으로 만들어지지만, 작은 파이프라인에서는 그것들이 더 낮은 온도와 압력을 견뎌도 불구하고 Plastic medium pipe가 강관보다 더 유리한 측면이 있을 수 있음
- 파이프라인 자재 자체는 종종 강관보다 더 가격이 높음에도 불구하고 조립과정에서 비용절감이 되기 때문에 이에 대한 분석이 필요함

연구 내용

- DN 100 미만의 지름을 갖는 공공 공급 시스템에서 Plastic medium pipe로 이루어진 지역난방 파이프라인에서 비용절감 가능함
- 폴리에틸렌 PE-X(이전 VPE) 과 폴리부틸렌(PB)이 결합된 medium pipe로 제작된 표준 디자인이 작동압력 5 bar, 가능 공급온도 90°C의 부하에서 적절한 것으로 예상됨
- Plastic medium pipe로 제작된 파이프라인들은 강중관(steel medium pipe)으로 제작된 플라스틱 복합 재킷 파이프의 현재 표준 디자인과 비교해 40%의 비용절감을 가져올 것으로 기대됨

주관기관	IEA-DHC 제3기 전문가 그룹
공동수행기관	-
수행기간	1990 ~ 1993
연구책임자	Mr. Prof. Sture Andersson외 9명
비 고	IEA-DHC 제3기 연구과제

3-3

Bends for Plastic Jacket Pipe Systems able to withstand High Transverse Loadings

분야 : 기술 > 열배관 > 응용

연구 개요

- 대부분의 지역난방 파이프라인은 플라스틱 재킷 파이프로 제작되어 있고, 이것의 수명은 통계적 응력을 받는 플라스틱의 심한 노후화로 인해 30~50년 정도로 생각되고 있기 때문에 플라스틱 요소들의 설계를 위해 노후화 때문에 줄어드는 재료 특성들이 첨가되어야 함
- 특히, 횡축에서 허용되는 응력을 견딜 수 있는 파이프들이 개발되어야 하는데, 이를 위해 높은 방사상의 압축 저항력을 가진 품의 개발이 필요함

연구 내용

- 팽창패드에 약점(weak point)이 존재하지 않고, 0~180° 사이 어느 방향으로든 전환 가능한 플라스틱 재킷 파이프 시스템에 대한 새로운 요소 부품 개발이 국제적인 회사에서 이루어져 왔고 비용절감 또한 수행되고 있음
- 더 높은 횡부하에 견딜 수 있는 곡관의 성능은 확대된 유리 구슬을 적용한 품의 강화(reinforcement) 때문이며, 이러한 강화된 품은 강화되지 않은 품보다 10배 정도 압축응력을 견딜 수 있음
- 3년간의 실험실과 시험공장의 테스트 후에 새로운 요소 부품들이 시장에 적용할 준비가 되어 있고 몇몇 유럽 현장에서 적용되고 있음

주관기관	IEA-DHC 제3기 전문가 그룹
공동수행기관	-
수행기간	1990 ~ 1993
연구책임자	Mr. Prof. Sture Andersson의 9명
비 고	IEA-DHC 제3기 연구과제

3-4

Advanced Energy Transmission Fluids

분야 : 기술 > 냉방 > 응용

연구 개요

- 마찰저감 첨가제들(FRAs)에 관련된 4가지 연구과제 수행
 - ① 마찰저감 첨가제들이 마찰저감 개선에 비례하여 열전달 성능이 감소하는 원인이 된다는 이전의 시험결과를 극복하기 위한 연구
 - ② 계면활성 마찰저감 첨가제들과 연관된 환경적 잠재력과 건강효과에 중점을 둔 연구
 - ③ 대규모 냉각수계통의 에너지와 작동 성능을 개선시키기 위해 수행된 연구
 - ④ 마찰저감 첨가제들의 부식효과에 대한 상세한 연구

연구 내용

- ① 계면활성제를 사용하는 판형열교환기의 계산된 열전달계수는 유동속도를 증가시킨다면 순수(純水)에 근접한 수준이고, 계면활성제의 농도가 증가할수록 속도 또한 증가시켜야 함.
- ② 지역난방시스템에서의 사용을 위해 고려중인 양이온 계면활성제의 구조는 오늘날 널리 사용되는 다른 양이온 계면활성제의 구조와 매우 유사하고, 대기로의 급작스런 누출에 관련된 노출위험도를 줄여주는 두 가지 중요한 특성이 있음
 - 모든 폐수들과 지표수에 존재하는 음이온 계면활성제와 반응하여 중성염을 형성함
 - 모든 단단한 표면에 흡착됨(비가역적으로 흡착되고, 흡착율은 토양에 존재하는 점토의 양에 영향을 받음)
- ③ 지역냉방시스템들에 근거한 아이스슬러리(ice slurry)의 디자인 매뉴얼을 개발하였고, 이 매뉴얼은 전형적인 지역냉방시스템을 구성하는 주요

한 요소들(아이스슬러리 발생기, 분배기, 저장소, 이것들을 활용하는 것)을 구성하는 시스템 디자인 대안들을 요약함

- ④ 수돗물에서 피팅감수성(pitting susceptibility)을 제거함으로써 Habon-G Ehsms Ethoquad T/13-50(plus NaSal) 마찰저감 첨가제들의 추가가 60°C와 100°C의 온도에서 지역냉난방 시스템들에 전형적으로 발견되는 피팅감수성 또는 철, 유사 금속들의 부식율을 개선시키거나 부정적인 효과를 주지 않지만, 염화물을 포함하는 첨가제들에서는 부정적인 부식 효과가 발견됨

주관기관	Experts Group on Advanced Transmission Fluids for District Heating and Cooling Applications
공동수행기관	Bruun & Sørensen Energiteknik AS(Denmark), University of Dortmund(Germany), Energy, Mines & Resources Canada (Canada), The Ohio State University(USA)
수행기간	1990 ~ 1993
연구책임자	Flemming Hammer 외 9명
비 고	IEA-DHC 제3기 연구과제

The Design and Operation of Ice-Slurry Based District Cooling Systems

분야 : 기술 > 냉방 > 응용

● 연구 개요

- 지역냉방시스템에서의 아이스슬러리(ice slurry)의 장단점 분석
 - 존재하는 아이스슬러리 냉방 프로젝트들과 수행중인 프로젝트들의 개념적인 실행가능성을 증명하고 현재 진행상황을 강조해서 설명함
 - 아이스슬러리의 중요한 물리적 특성과 거동들이 새롭게 지역냉방시스템 설계 개발에 도움을 줄 것으로 예상됨

● 연구 내용

- 아이스슬러리의 압력강하 특성이 제공되고 상업적으로 활용 가능한 아이스슬러리 칠러(Chiller)들을 성능과 가격 면에서 비교
- 아이스슬러리는 지역냉방시스템에서 상당한 이익을 줄 잠재력을 가지고 있고, 기존의 냉각수보다 4~6배나 큰 냉방용량을 가지고 있음
- 뛰어난 저장능력으로 인해 설치용량이 첩두부하 대신에 평균디자인부하보다 높을 필요가 없고, 아이스슬러리로 인해 증가된 엔탈피 용량은 더 작은 배관망을 설치가능하게 함으로써 더 낮은 설치 및 운영비용을 가능하게 함
- 현재 아이스슬러리의 높은 생산단가가 아이스슬러리에 기반한 지역냉방시스템의 보급에 방해가 되지만, 계속해서 비용이 떨어질 것으로 예상됨

주관기관	Department of Natural Resources Canada
공동수행기관	Energy research laboratories, Energy systems technology implementaion
수행기간	1990 ~ 1993
연구책임자	Mr. Ake Fransson 외 7명
비 고	IEA-DHC 제3기 연구과제

3-6

Consumer heating system simulation(CHESS)

분야 : 기술 > 사용자 > 응용

연구 개요

- 지역난방을 위해 특별히 설계된 사용자 난방시스템의 동적 시뮬레이션(CHESS)을 개발하기 위한 연구
 - 기존 HVAC 시스템과 비교해볼 때, 지역난방시스템과 연계된 시뮬레이션들은 유동제어 때문에 다르고, 공급수의 온도차에 초점이 맞추어져 있음
 - 라디에이터 시스템과 환기공기난방(ventilation air heating) 시스템의 두 가지 개념들에 대해 설명함

연구 내용

- CHESS의 개념은 분석하기 원하는 시스템들이 실제 요소부품들의 분리된 모델들로부터 함께 구성될 수 있는 모듈러 구조물(modular structure)에 기반을 두고 있음
- 기본 모델들은 다양한 물유량의 효과와 열전달계수에 미치는 영향을 고려함
- CHESS의 개념은 다음 목적으로 사용될 수 있음
 - 시스템에서 온도차와 수냉각에서의 최적화
 - 시스템의 규칙적인 패턴 평가
 - 올바른 조절기의 선택, 조절 및 조절값들의 평가
 - 올바른 값 선택 및 센서들의 올바른 위치 선택
 - 이력조절 결과들 평가 등

주관기관	SINTEF(Norway)
공동수행기관	EG-CHESS(Rolf Ulseth 외 7명)
수행기간	1990 ~ 1993
연구책임자	Einar M. Hjorthol
비 고	IEA-DHC 제3기 연구과제

Environmental Benefits of District Heating and Cooling

분야 : 기술 > 환경 > 기초

● 연구 개요

- 지역난방의 환경적 이익들에 대한 조사 및 관계 보고서들의 요약

● 연구 내용

- 사례연구(8개)
 - ① 열병합발전이 열병합 이전의 발전방식보다 SO₂ 배출량이 16배 적은 것으로 나타났고, NO_x 배출은 2배 증가하며, SO₂와 NO_x의 총배출량은 41% 감소하는 것으로 나타남(Pennsylvania, USA)
 - ② 현재 건설 중인 모든 중앙발전소는 캘리포니아 주 Fullerton 중앙발전소 대비 97%의 NO_x 감소를 보이는데, 이는 일부 구역에서 연소과정을 빼거나, 산업등급의 최고 제어기술(Best Available Control Technology)을 사용하는 효율적이고 큰 규모의 발전소에서 생산된 전기를 사용하여 가능하게 됨(California, USA)
 - ③ 미국환경보호청(EPA)의 Pearl Street 증기발전소의 승인증명서를 얻기 위해 단지 천연가스를 연소하는 설비가 NO_x 배출의 현재 수준을 충분히 낮추기 위해 낮은 NO_x 연소기를 설치하고 Sunlife 빌딩 안에 새로운 135m 굴뚝을 세워야 함(Toronto, Canada)
 - ④ 중앙난방장치들에 새로운 기술을 접목시킴으로써, Uppsala 에너지회사는 1980년을 기준으로 1995년까지 총 황 배출량을 95%(4,500ton/yr ~ 250ton/yr)까지, NO_x의 배출량은 30%(975ton/yr ~ 675ton/yr)까지 감소시킬 수 있음(Uppsala, Sweden)
 - ⑤ 프로젝트를 총 4단계로 나누고 각각의 환경적 영향분석(Hillerød, Denmark)
 - Step 1: 오일연소 보일러에 의해 공급된 830TJ(가스오일 0.2%S), 평균효

율 0.75

- Step 2: DH에 의해 공급된 830TJ, 배관망 열손실 150TJ, 오일연소 보일러(1%S)가 열원, 효율 0.85
 - Step 3: Step 2와 같은 DH, 천연가스연소 DH보일러가 열원, 효율 0.95
 - Step 4: Step 3와 같은 DH, 천연가스연소 열병합발전소가 열원, 효율 0.85, 1.2MW power/MW 열, 온도 저장소
- ⑥ 프로젝트를 총 3단계로 나누고 각각의 환경적 영향분석(Copenhagen, Denmark)
- Step 1: 오일 연소 보일러에 의해 공급된 770TJ(가스오일 0.2%S), 평균 효율 0.75
 - Step 2: 지역난방에 의해 공급된 770TJ, 배관망 효율 0.9, 석탄연소 CHP 추출 보일러가 열원, 보통의 연통 가스 청소는 있으나 SO₂ 나 NO_x는 없음, 1%S 석탄
 - Step 3: Step 2와 같은 DH, 천연가스연소 DH보일러가 열원, 효율 0.95
- ⑦ 헬싱키에서의 열병합 지역난방의 높은 등급 때문에 연간 460,000 tons의 오일이 절약됨(Helsinki, Finland)
- ⑧ Charlottetown의 목재연소 보일러는 이전 오일연소 보일러보다, 63% 정도 높은 효율로 운영됨(Prince edward island)

주관기관	MacViro Consultants Inc.(Canada)
공동수행기관	RH&H Consult(Denmark)
수행기간	1990 ~ 1993
연구책임자	Brian Oke, Matthew Stow, Bob Honsberger
비 고	IEA-DHC 제3기 연구과제

3-8

Manual for DETECT (the IEA consequence model for assessing the environmental benefits for district heating and cooling)

분야 : 기술 > 시스템 > 응용

연구 개요

- DETECT 프로그램은 지역난방(DH&C)과 열병합발전(CHP) 시스템을 도입하기 위해 환경적, 경제적 이득을 증명하는데 사용됨
- DETECT 프로그램은 주로 비전문가들을 위해 만들어졌지만, 프로그램의 구성된 옵션들은 좀더 상세한 계산을 가능하게 해 줌

연구 내용

- DETECT의 매뉴얼 구성
 - DETECT의 설치 및 간단한 사용자 가이드
 - DETECT를 작동하는 방법
 - ① DETECT 구조와 상용방법
 - ② 프로젝트 시작방법
 - ③ 새로운 나라를 정의하는 방법
 - DH&C/CHP에 적용하는 방법
 - ① 중앙 생산 발전소
 - ② 분배 시스템
 - ③ 사용자 건물 장비
 - ④ 경제적, 환경적 측면

주관기관	RH&H Consult(Denmark)
공동수행기관	WSEO(USA)
수행기간	1990 ~ 1993
연구책임자	Klaus Fafner, Bo Engel Olsen, Peter Randløv
비 고	IEA-DHC 제3기 연구과제

3-9

Promotional manual for district energy systems

분야 : 정책 > 홍보 > 기초

연구 개요

- 집단에너지사업 기획자나 개발자들이 사업에 손쉽게 접근해할 수 있는 방법들을 알려주고, 사실적이고 설득력 있는 자료들을 가지고 홍보활동을 효과적으로 수행할 수 있도록 돕기 위한 것임

연구 내용

- 지역에너지 시스템에 대한 홍보 매뉴얼 구성
 - 지역에너지 시스템의 개관
 - ① DHC 시스템의 정의, 이익, 기술 선택사항
 - ② 시장 승인 절차(Market Acceptance)
 - 사용자별 홍보 방법
 - ① 새로운 소비자
 - ② 기존 소비자
 - 지방자치제에 홍보하는 방법
 - ① 지방자치단체
 - ② 전기, 가스 사업자
 - ③ 규제 당국, 금융 기관, 시스템 소유자
 - 국가적 또는 국제적인 수준의 홍보 방법

주관기관	Princeton Economic Research, Inc.(USA)
공동수행기관	IEA-DHC 제3기 전문가 그룹
수행기간	1990 ~ 1993
연구책임자	Mr. Allan Evans
비 고	IEA-DHC 제3기 연구과제

3-10

Quantitative heat loss analysis of heat and coolant distribution pipes by means of thermography

분야 : 기술 > 열배관 > 응용

연구 개요

- 지역난방 열배관의 정량적인 열손실을 계산하기 위해 온도기록을 사용하는 해석모델이 더 개발되고 개선되었으며, 증기분배 시스템을 포함하는 것까지 가능하도록 확장되었다.
- 현재 신뢰할만한 결과를 얻기 위해 필요한 것들 이외에 기후 조건들을 포함하여 모델의 확장 가능성을 조사하였다.

연구 내용

- 정량적인 온도기록 분석 모델이 기존 온도기록 평가와 비교해 응용가능 범위를 넓힐 수 있을 것으로 보이며, 이상적인 조건에서는 지역난방 파이프들의 열손실은 $\pm 10\%$ 의 정확도로 분석될 수 있음
- 해석 모델은 Västerås에서 현장시험을 하였으며 일반적인 온도기록 조사에서 탐지되는 것처럼 의심스러운 부분들에 대한 더 많은 분석에 유용한 것으로 보여짐
- 해석 모델은 종종 도면 제작으로 가능한 것보다도 더 높은 정확도의 입력값(매설깊이 등)이 필요하며, 토양의 열전도성, 표면의 마른 정도, 태양복사의 노출 정도, 바람조건, 단열상태 등도 영향을 미침
- 해석 모델은 증기분배 시스템에서도 높은 정확도로 사용될 수 있음

주관기관	Fjärrvärmeutveckling FVU AB(Sweden)
공동수행기관	Expert group(Denmark, Norway, Finland, USA)
수행기간	1990 ~ 1993
연구책임자	Bengt Jönsson
비 고	IEA-DHC 제3기 연구과제

Annex IV (1993 ~ 1996)

1. Advanced Energy Transmission Fluids

2. Piping technology

2-1 Guideline to Planning and Building of DH Networks

2-2 Bend-pipes

2-3 Execution of Connections to Pipelines in Operation

3. Quantitative Heat Loss Determination by means of Infrared Thermography - The TX Model

4. Efficient substations and installations

5. Integrating district cooling and combined heat and power

6. Temperature variation in preinsulated DH pipes low cycle fatigue

7. Managing a hydraulic system in DH system

8. Review of European and North American water treatment practices

4-1

Advanced Energy Transmission Fluids for District Heating and Cooling

분야 : 기술 > 열수송 > 기초

연구 개요

- 마찰저감제를 이용한 열수송 기술에 관한 연구
 - 열교환기 종류별 시뮬레이션 수행
 - Habon-G를 이용한 마찰저감효과 실험
 - 지역냉난방시스템에서의 친환경성 분석
- 열교환기 내 구조물 설치를 통한 열전달 성능 향상 연구

연구 내용

- 열교환기 종류별 시뮬레이션 : 열수송 네트워크를 사용자가 보기 편한 환경의 프로그램으로 시뮬레이션을 수행하였으며, 마찰저감제를 사용하였을 때 펌프 동력 감소에 따른 경제적 효과를 평가하였다.
- Habon-G를 이용한 마찰저감 실험 : 열교환기 종류 및 유량계 종류를 변경하면서 Habon-G 마찰저감제를 사용하였을 때의 마찰저감효과에 대한 실험을 수행하였다.
- 마찰저감제가 지역냉난방시스템 및 환경에 미치는 영향을 분석하였다.
- Shell & Tube 열교환기에 구조물 설치를 통한 열전달 성능 향상 방안을 연구하였다.

주관기관	University of Dortmund (Germany)
공동수행기관	Delft University of Technology (Netherlands) / Brunn & Sorensen AS (Denmark) / Elsamproject AS (Denmark)
수행기간	1993 ~ 1996
연구책임자	P.M. Weinspach
비 고	IEA-DHC 제4기 연구과제

4-2-1

Guideline to Planning and Building of District Heating Networks

분야 : 기술 > 열수송 > 응용

연구 개요

- 지역난방 열수송관 네트워크 계획을 위한 기초
- 열수송관 네트워크 엔지니어링에 영향을 주는 기술적 및 경제적 변수
- 지역난방 열수송관 네트워크 계획 수립 과정
- 플라스틱 피복 열수송관 부설 기술

연구 내용

- 지역난방시스템 및 열에너지 분포 분석을 통해 지역난방 열수송관 네트워크 계획 수립과정을 설명하고, 네트워크 설계 및 경제성 이론을 중심으로 네트워크 엔지니어링에 영향을 주는 기술적 및 경제적 변수를 평가하였다. 또한 유지보수 주기, 에너지 가격, 열공급 등을 분석하는 방법을 통해 네트워크를 설계하는 구체적인 변수들을 제시하였다.
- 다음 단계로 실제 설계에 앞서 구체적인 설계값 도출을 위한 지역난방 열수송관 네트워크 계획 수립 과정을 제시하고, 네트워크 수력 설계 및 순환 설계, 압력 제어, 펌프 설계, 파손 해석 등을 진행하였다.
- 마지막으로 열수송관 부설을 위한 열수송관 설치 방법 및 설치 후 누설 모니터링 및 누설 탐지 방법 등을 소개하였다.

주관기관	GEF Ingenieurgesellschaft für Energietechnik (Germany)
공동수행기관	Fernwärme mbH (Germany)
수행기간	1993 ~ 1996
연구책임자	Ingenieurgesellschaft, Leimen
비 고	IEA-DHC 제4기 연구과제

4-2-2

Bend-pipes

분야 : 기술 > 열수송 > 응용

연구 개요

- 지역난방 열배관 기술
 - 곡관(bend pipe) 설계, 제조, 경제성에 대한 분석
 - 운영 중 열배관 유지보수 가능 기술 소개
 - 열수공관 제작사인 Pan-Isovit (Germany), ABB-I.C. MoUer (Denmark), Tarco (Denmark), Powerpipe (Sweden), Isoplus (Austria)로부터 설문조사

연구 내용

- 곡관 설계 : 곡관부는 가능한 작은 반경을 가지도록 설계하는 것이 좋다. 하지만 작은 반경에서는 압력손실이 크게 증가하기 때문에, 압력손실이 최소화 될 수 있는 최소 반경을 설계하는 방법 및 최소 응력 발생을 위한 다양한 설치법을 제작사 별로 정리하였다.
- 곡관 제조 : 설계에서 반경이 정해지면 직관으로 제조된 열수송관에 반경을 주는 방법에 대해 설명하였으며, 곡관 설치 방법을 설명하였다.
- 경제성 분석 : 곡관을 만들 때 직관에 비해 추가로 들어가는 비용에 대해 평가하였다. 반경에 따라 추가비용이 다르나, 대략 30% 정도 추가 비용이 발생하는 것으로 설문조사 되었다.

주관기관	GEF Ingenieurgesellschaft fiir Energietechnik (Germany)
공동수행기관	Fernwarme mbH (Germany)
수행기간	1993 ~ 1996
연구책임자	Ingenieurgesellschaft, Leimen
비 고	IEA-DHC 제4기 연구과제

4-2-3

Execution of Connections to Pipelines in Operation

분야 : 기술 > 열배관 > 기초

연구 개요

- 열공급 중인 열배관의 분관 설치 기술
 - 열공급 중인 열배관 내 분관 설치 시 이점
 - 분관 설치 방법

연구 내용

- 열공급 중인 열배관 내 분관 설치 시 다양한 이점을 가진다. 우선, 열수송관을 비우는 작업이 필요 없으며, 열공급을 지속할 수 있고, 비교적 저렴하고 빠른 천공이 가능한 이점을 중심으로 분관 설치 방법을 설명하였다.
- 운전 중 분관 설치 방법은 첫째 물이 가득찬 열배관에 용접을 수행하여야 하는데 이를 위한 용접기술 및 방법을 설명하였다. 다음으로 용접된 열배관에서의 천공 및 밀링 방법, 그리고 천공 및 밀링 기계를 소개하였다.
- 분관 기술의 안정성 및 직업의 안정성 평가하고, 일반적인 분관 방법과 운전 중 분관 설치 방법의 경제성 평가하였다.

주관기관	GEF Ingenieurgesellschaft für Energietechnik (Germany)
공동수행기관	Fernwärme mbH (Germany)
수행기간	1993 ~ 1996
연구책임자	Ingenieurgesellschaft, Leimen
비 고	IEA-DHC 제4기 연구과제

4-3

Quantitative Heat Loss Determination by means of Infrared Thermography - The TX model

분야 : 기술 > 열배관 > 기초

연구 개요

- 3차 IEA과제에서 수행된 TX 모델(열수송관 위 표면온도분포 측정을 통한 열손실 예측에 관한 가설) 입증 연구
 - 실험과 해석을 통해 세워진 가설 확인
- IR을 이용한 지역난방 열배관에서의 열손실 관찰 및 분석
 - 열배관 위 지표면의 온도 분포 측정을 통한 열손실량 예측을 위한 해석 및 수행 방법 연구
 - IR 카메라를 이용한 온도 측정 방법 연구

연구 내용

- 해석적 접근 : 열유동 현상을 유한차분법을 사용하여 땅속과 표면 온도 해석하였으며, 시간 평균된 실제 날씨 데이터를 사용하여 해석하였다. 토양의 상태 및 기후에 따른 영향을 종합하여 연구결과를 도출하였다. 이 중 바람에 의한 영향이 크게 작용함을 밝혀내었으며, 그 밖의 열배관의 깊이와 온도 변화가 큰 변수임을 찾아내었다.
- 실험적 접근 : 함께 연구를 착수한 4개국에서 실험을 진행하였으며, IR 온도 센서를 통해 열손실을 측정하였다. TX 모델이 잘 맞는 것을 확인하였다.

주관기관	ZW Energiteknik AB (Sweden)
공동수행기관	Technical University of Denmark (Denmark) / US Army Cold Regions Lab. (USA) / Lappeenranta University of Technology (Finland) / Fjarrvarmeutveckling FVU AB (Sweden)
수행기간	1993 ~ 1996
연구책임자	Heimo Zinko
비 고	IEA-DHC 제4기 연구과제

4-4

Efficient Substations and Installations

분야 : 기술 > 사용자 > 응용

연구 개요

- 지역난방을 사용하는 상업용 건물의 에너지 이용 효율을 높이기 위한 연구
 - 상업용 건물의 효율적인 지역난방 열사용 시스템 개발
 - CHESS-ESI(Efficient Substations and Installations) 시뮬레이션 툴 사용

연구 내용

- 효율적인 사용자 기계실 설비 성능 해석 : CHESS-ESI와 기존 CHESS가 수학적으로 어떻게 다른지 비교하였으며, CHESS-ESI를 사용하여 실제 사용자 난방시스템을 해석하는 연구를 진행하였다.
- 저온 사용자 설비 설치 시 핵심 요소 검토 : 저온 사용자 설비 사용을 위해 ‘발전플랜트 성능이 향상될 것인가?’, ‘열손실은 감소할 것인가?’, ‘공급 유량은 감소할 것인가?’, ‘열배관 설치비용은 감소할 것인가?’라는 측면에서 검토를 시행하였고, 모든 측면에서 저온 사용자 설비가 장점을 가지는 것으로 확인되었다.
- CHESS 히팅코일 모델 평가 : CHESS 모델에서 코일의 열교환 과정을 정확히 표현할 경우, 결과가 일치하는 것을 확인하였으며, 코일 열교환 과정을 정확히 입력하지 못했을 경우, 50%까지 오차가 발생하였다.

주관기관	The Norwegian Institute of Technology (Norway)
공동수행기관	/ Lund Institute of Technology (Sweden) / EnEff Technologies Inc. (Canada) / The University of Saskatchewan (Canada)
수행기간	1993 ~ 1996
연구책임자	Rolf Ulseth
비 고	IEA-DHC 제4기 연구과제

Integrating District Cooling With Combined Heat and Power

분야 : 기술 > 냉방 > 기초

● 연구 개요

- 지역냉방과 CHP 시스템 연계에 대한 설계 편람
 - 에너지 효율, 경제성, 친환경성 등의 이점을 갖는 열병합발전과 지역냉방의 연계 시 최적의 조건을 정립하기 위한 연구

● 연구 내용

- CHP 기술(가스터빈, 왕복엔진, 증기터빈, 복합발전) 설명 및 이에 따른 효율, 경제성, 친환경성을 열역학적으로 해석하였다.
- 대체 냉방 기술(전기 압축, 증기터빈 압축, 1단 흡수식, 2단 흡수식, 고온 흡수식)의 효율, 경제성, 친환경성을 열역학적으로 해석하였다.
- CHP 연계 지역냉방이 지역냉난방시스템에 미치는 영향 해석 및 효율, 경제성 평가하고, CHP와 지역냉방시스템 연계에 따른 특성 평가하였으며, CHP와 냉동기 선택에 따른 경제성을 평가하였다.

주관기관	Resource Efficiency, Inc. (USA)
공동수행기관	-
수행기간	1993 ~ 1996
연구책임자	Mark Spurr
비 고	IEA-DHC 제4기 연구과제

4-6

Temperature Variations in Preinsulated DH Pipes Low Cycle Fatigue

분야 : 기술 > 열배관 > 기초

연구 개요

- 지역난방 열배관의 저주기 피로에 관한 연구
 - 열배관의 온도변화에 따른 피로현상을 분석하여 배관망의 수명예측기술 개발
 - 덴마크, 독일, 한국, 네덜란드 및 스웨덴을 포함한 17개 국가의 지역난방 열배관으로부터 온도 측정

연구 내용

- 측정 장치 및 방법, 후처리 : 온도센서를 이용하여 공급 및 회수 열배관을 1분 단위로 온도를 측정하였다.
- 측정 데이터 분석 : 저주기 피로 해석을 위해 Palmgren-Miner rule을 사용하였다. 이 저주기 피로 해석법을 사용하여 S-N선도(응력-Cycle 선도)를 도출하여 저주기 피로를 판단하였다. 측정된 온도 데이터로부터 저주기 피로 정도를 판단하기 위해 온도와 응력 및 Cycle의 상관관계를 도출하였다.
- 측정된 데이터로부터 도출된 주요 결과는 현재 온도편차로 30년 이상 운전 되어도 열수송관에 대한 저주기피로에 대한 안전성을 밝혀내었다.

주관기관	RAMBOLL
공동수행기관	RAMBOLL (Denmark), Lund Institute of Technology (Sweden)
수행기간	1993 ~ 1996
연구책임자	Peter Randlov
비 고	IEA-DHC 제4기 연구과제

4-7

Managing a hydraulic system in district heating

분야 : 기술 > 열수송 > 응용

연구 개요

- 지역난방시스템에서의 유체 이송 시스템 관리 필요성
 - 지역난방 저온공급 및 직접공급 방식의 사례연구를 통한 이점 분석
 - 투자비, 열손실과 유지보수 비용, 펌프 동력비 감소 등

연구 내용

- 본 연구에서는 직접연계에 대해 검토를 하였으며, 90°C 공급 70°C 회수 시스템에 대해 연구를 진행하였다. 90/70 영역의 낮은 온도로 온수를 공급한다면 설계 및 유지보수 비용 및 열손실도 낮아지게 된다고 설명하였다. 또한, 발전소에서 전력 생산도 향상됨을 연구하였다. 더욱이 직접연계로 공급할 경우, 펌프 동력이 간접방식 보다 15%정도 절감되며 파이프 직경도 감소됨을 계산하였다.
- 그리고 지역난방시스템에 축열조 설치에 대한 이점을 밝혀내었다. 축열조는 CHP의 가동회수를 줄여줄 수 있고, 열사용이 많은 시간에 방출하여 플랜트의 수명을 향상시킬 수 있는 장점을 가지고 있음을 연구하였다.
- 이와 같은 직접연계 및 저온 공급과 축열조 설치를 통한 열공급을 효율적으로 하기 위해서는 열공급을 위해 연계된 플랜트 및 축열조, 열수송량을 자동 제어할 수 있는 시스템 구축이 필요함을 연구하였다.

주관기관	the municipality of Purmerend (Netherlands)
공동수행기관	-
수행기간	1993 ~ 1996
연구책임자	-
비 고	IEA-DHC 제4기 연구과제

4-8

A Review of European and North American Water Treatment Practices

분야 : 기술 > 환경 > 기초

연구 개요

- 유럽과 북아메리카에서의 수처리 방법 검토 및 비교
 - 북유럽 국가의 지역난방협회의 부식방지 매뉴얼과 북아메리카 지역난방 시스템의 부식방지 방법 및 두 방식 적용에 따른 효율 및 경제성 비교
 - 북유럽 지역난방협회의 수처리에 대한 경험과 기술력을 북아메리카에 접목시키기 위한 방안 제시

연구 내용

- 북아메리카에서 사용되는 부식 억제제에 대한 화학적 작용 조사
- 북유럽 국가의 수처리 방법 조사 : 필터, 탈염제, 산소제거제, 수산화나트륨 사용에 대해 조사하고, 부식모니터 및 농도측정 방법을 설명하였다.
- 지역난방수의 적정 용존산소량 조사
- 수처리 관리 업체에 따른 장·단점 비교
 - 플랜트 관리자 수행 : 추가적인 부식억제제 미사용으로 관리비용은 저감되나, 부식 모니터링을 자체적으로 진행하여야 한다는 단점을 가진다.
 - 부식억제제 관리 회사 : 회사에서 모니터링하고 관리하여 파이프 수명 향상되나, 플랜트 운전을 할 수 없고, 환경적 책임이 모호해지는 단점을 가진다.

주관기관	CANMET Energy Technology Centre (Canada)
공동수행기관	-
수행기간	1993 ~ 1996
연구책임자	Joanna Bellamy and Rob Brandon
비 고	IEA-DHC 제4기 연구과제

Annex V (1996 ~ 1999)

1. Combined heating and cooling, balancing the production and demand in CHP

2. Fatigue analysis of DH systems

3. District heating and cooling in future building

4. Optimization of operating temperatures and an appraisal of the benefits of low temperature DH system

5. Cost effective DH&C networks
5-1 Cold Installation of Rigid DH
5-2 New Ways of Installing DH Pipes
5-3 Reuse of Excavated Materials

6. Plastic pipe systems for district heating - Handbook for Safe and Economic Applications

5-1

Combined Heating and Cooling - Balancing the Production and Demand

분야 : 기술 > 냉방 > 응용

연구 개요

- 당 연구는 현재 CHP 연관 냉방시스템의 체계화된 정보 및 운영 경험 등의 수집을 통해 새로운 유망한 기술들을 분석하고 CHP 활용 냉방시스템을 위한 최적 디자인 및 운영 관련 인자들을 발굴하는 데 목적이 있음
- 당 보고서의 핵심주제는 열 구동 냉방시스템의 사용을 통해 더 많은 냉방생산 용량 및 연간 냉방에너지를 CHP에 의해 충족할 수 있을 지를 분석하는 것이며, 이를 위해 열 구동 냉방기술의 특성 및 가능성에 대해 중점적으로 다루었다.

연구 내용

<주요내용은 아래와 같이 크게 7개 부분으로 나눌 수 있다.>

- **관련 기술 조사** (열 구동 냉방시스템의 원리 및 특성 소개)
 - 1중효용 Li-Br 흡수식냉동기, 1중효용을 개선한 여러 사이클(이중효용, 1.5 효용 사이클 및 1중효용/2단 사이클), 물-암모니아 냉매 흡수식사이클, 제습 및 증발식 냉각방식, 물-실리카 흡착식 냉동기 등
 - Li-Br 수용액 흡수식냉동기의 낮은 공급온도 이용과 ΔT 극대화를 위한 기술개발 가능성 분석과 더불어 흡수식냉방방식의 잠재성과 개선방향 소개
- **냉방의 환경 영향성 분석** (냉방 및 냉매 시스템 관련 환경보호를 위한 기술 개발 동향 조사)
 - CFC, HCFC 및 HFC 등 압축식냉동기 냉매의 오존층 파괴 및 지구온난화 유발성에 대한 분석, TEWI(지구온난화 유발 상당량)의 향후 중요성 평가
- **1중효용/리튬브로마이드 흡수식냉동기의 성능**
 - 1중효용/리튬브로마이드 흡수식냉동기 성능을 시뮬레이션 모델을 통해 선 분석한 후 실제 모델과의 비교하는 방식으로 전반적인 기술 및 성능 분석
 - 냉동기 현재 COP 및 향상방안, 부분부하 및 100% 부하 COP 분석 등

○ 열 구동 흡수식냉동기의 에너지 효율

- CHP 추기터빈에서의 냉방용 스팀 추기량, 냉방용 열 공급온도 변화 등에 따른 흡수식냉방과 전기냉방의 에너지(1차에너지) 효율 시뮬레이션 및 비교분석
- CHP 특성, 추기압력 및 응축압력 등의 변화에 따른 전기냉방 대비 흡수식 냉방의 에너지효율 최적 포인트 도출

○ 냉방시스템을 위한 설계 고려사항

- 실제 지역냉방방식의 문제점에 대한 분석하고, 압축식(전기)냉방, 흡수식냉방 및 냉각탑의 다양한 성능곡선을 보여줌으로써 냉방시스템의 설계 고려사항을 도출

○ 지역난방수 활용 흡수식냉방시스템의 최적화

- 사용자 기계실에 설치된 중온수 흡수식냉방시스템 최적화 검토
- 흡수식냉방시스템 투자비 및 변동비, 공급온도 및 전기가격 변동에 따른 전기압축기 냉방대비 흡수식냉동기 경제성 극대화를 위한 시스템 최적화 방안 도출

○ 운영사례 공유

- 상대적으로 낮은 공급온도에서의 중온수 흡수식냉동기 가동 및 분석
- 독일의 운영사례 공유
 - 중온수 흡수식냉동기 최적운전 온도 및 실제 운전 온도 비교
 - 부분부하 시 성과와 Full 부하시의 흡수식냉동기 성능비교
 - 훈련된 냉동기 유지보수 인력의 중요성 및 냉각탑 최적운전의 중요성
- 각 냉방방식별 비용 비교 분석
 - 중온수 흡수식냉동기, 증기식 2중효용 흡수식냉동기, 전기 압축식 냉동기

주관기관	Ekono Energy Ltd. Finland
공동수행기관	Institut für Umwelt, Sicherheits- und Energietechnik e.v.(UMSICH), Germany/ Korea District Heating Corporation (KDHC), Korea/Mannheimer Versorgungs- und Verkehrsgesellschaft mbH (MVV), Germany
수행기간	1996 ~ 1999
연구책임자	Matti Kivistö
비 고	IEA-DHC 제5기 연구과제

5-2

Fatigue Analyses of District Heating Systems

분야 : 기술 > 열배관 > 응용

연구 개요

- 지역난방에서 이중 보온관의 발달은 냉열매설(Cold-laying) 또는 Pre-stressed 시스템 적용 등 오랫동안 배관매설 방법을 단순화 시킨 반면에 배관시스템에 더 많은 압력과 변형을 가하게 되었다.
 - 'Annex IV' 후속연구로 이러한 이중보온관 특성에 근거하여 4개 신규 사이트에서 온도변화에 따른 저싸이클 피로응력 범위*를 계산하였다.
 - * 응력범위가 항복응력보다 2배 클 때 그 시스템을 저싸이클 피로응력 범위라고 말하며, 이중보온관에서 가장 중요한 요소이다.
- 본 연구는 이러한 응력범위 측정을 위해 두 개 파트로 구분하여 실시하였다.
 - 실제 온도 측정을 통한 실험적인 부분 (Practical Part)
 - 디자인 모델링 및 계산을 통한 이론적인 부분 (Theoretical Part)

연구 내용

- 실험적인 부분 : 한국지역난방공사 선정 4개 지역에서 1년 동안 실험
 - 1개의 상업용 빌딩과 3곳의 공동주택 대상으로 사용자 기계실의 1차측 배관에서 측정이 이루어졌고, Annex IV 및 V의 측정결과 활용
- 이론적인 부분 : CEN/TC/JWG1에 근거하여 디자인 모델을 생성
 - T가 크리티컬 부분인 주택 연결부, 90도 벤드부분, 경사진 용접부위 등에 대해 분석

주관기관	RAMBOLL, Denmark
공동수행기관	Lund Institute of Technology, Sweden
수행기간	1996 ~ 1999
연구책임자	Karl-Erik Hansen
비 고	IEA-DHC 제5기 연구과제

5-3

District heating and Cooling in Future Buildings

분야 : 기술 > 사용자 > 응용

연구 개요

- 건물에너지의 효율적 사용 및 절약은 자원정책, 에너지 비용 등을 고려할 때 미래에 각광받는 분야가 될 것이다. 이러한 변화의 결과 중 하나는 건물 단열에 대한 지속적인 발전일 것이고, 미래에 지역냉난방의 경쟁력에도 영향을 미칠 것으로 예상된다.
- 예상 가능한 미래 건물수요의 변화에 근거한 지역냉난방의 확대를 위한 새로운 조건들에 대해 정리하고자 함

연구 내용

- 1990년부터 일반적인 오피스 빌딩과 거주용 건물에서의 냉난방 부하 및 에너지소비량을 조사하였고 이 결과를 2005년 데이터와 비교함
 - 오피스 빌딩 기준 : 4층 건물, 층당 바닥면적 18m×30m
 - 거주용 건물 기준 : 2층 연립주택으로 1층에 2채 총 4채 (1채 면적 7m×8m)
 - 시뮬레이션 기후 : 노르웨이, 핀란드, 독일, 한국의 기후
- 시뮬레이션 대상건물 기준 냉난방 부하 및 에너지소비량 산출
 - '90/'05 연간 오피스 빌딩 및 거주용 건물의 냉난방 부하 산출을 통한 총 냉난방에너지 사용량 분석을 통해 건물단열 개선 등 '90~'05년까지 변화 도출
 - 개별난방 대비 지역난방의 에너지 절약효과 산출
 - 개별냉방 대비 지역냉방에 따른 전력량 및 전력피크부하 감소치 산출
 - 개별냉난방 대비 지역냉난방에 따른 환경개선효과 산출

주관기관	Norweian University of Science and Technology, Norway
공동수행기관	-
수행기간	1996 ~ 1999
연구책임자	Rolf Ulseth
비 고	IEA-DHC 제5기 연구과제

5-4

The Optimisation of District Heating Operating Temperatures and an Appraisal of the Benefits of Low Temperature District Heating

분야 : 기술 > 열원 > 기초

연구 개요

- 새롭게 지역난방시스템을 설계하는데 있어서 가장 기본적으로 결정되어야 할 사항 중 하나는 운전온도를 설계하는 것이다.
 - 운전온도가 낮을수록 CHP에서의 열생산 비용이 감소하나, 낮은 운전온도를 얻기 위해서는 건물 내의 난방시스템에 대한 추가적인 투자가 필요하다. 그러므로 투자비 최적화를 위해 최적온도 조건에 대한 분석이 필요하다.

연구 내용

- 최적온도조건을 도출을 위해 설정 건물그룹에 근거한 사례연구 및 경제성 분석 시행
 - 분석대상 건물 : 아파트 단지, 연립주택, 상업용 건물
 - 기후조건(대상지역) : 런던, 토론토
 - CHP 조건 : 스팀터빈, 가스터빈 복합, 가스엔진
- 90°C공급/ 70°C회수조건 부터 70°C공급/30°C 회수조건까지의 온도조건 변화에 따른 열배관 비용, 운전비용, 건물내부 비용 등 총 비용분석
 - 온도변화에 따른 기후조건 및 CHP 조건을 고려한 건물별 최적온도 조건 도출

주관기관	Merz Orchard Ltd., UK
공동수행기관	CANMET, Canada / VTT, Finland / BRECSU, UK
수행기간	1996 ~ 1999
연구책임자	Paul Woods
비 고	IEA-DHC 제5기 연구과제

5-5-1

Cost Effective DH&C Networks - Cold Installation of bonded preinsulated pipes

분야 : 기술 > 열수송 > 기초

연구 개요

- 오늘날 지역난방 네트워크 건설에 있어 이중 보온관은 표준적인 재질이며 많은 발전과 기술신뢰성을 갖고 있으나 네트워크 설치비용을 더 절약하기 위한 새로운 기술개발은 여전히 필요한 상황이다.
- 본 연구는 이러한 네트워크 시스템의 경제성 향상을 목표로 추진되었다. 그 주제는 아래와 같이 3가지이다.
 - 이중보온관의 무예열 방식
 - 파이프 설치의 새로운 방식
 - 굴착된 부품의 재사용

연구 내용

- 이중보온관의 무예열 방식
 - 무예열 방식에 대한 기술소개, 장단점 및 최신기술 소개
 - 무예열 방식의 특별한 특징
 - 배관팽창 보상을 위한 건설방법 (Anchor Bridge, One time Compensator, Pressure resistant bent)
 - 무예열 방식 운영 및 유지보수
 - 건설 기간, 건설 비용

주관기관	Mannheimer Versorgungs- und Verkehrsgesellschaft mbH (MVV), Germany
공동수행기관	Chalmer's University, Sweden
수행기간	1996 ~ 1999
연구책임자	Frieder Schmitt
비 고	IEA-DHC 제5기 연구과제

5-5-2

Cost Effective DH&C Networks - New ways of installing pipes

분야 : 기술 > 열수송 > 기초

연구 개요

- 오늘날 지역난방 네트워크 건설에 있어 이중 보온관은 표준적인 재질이며 많은 발전과 기술신뢰성을 갖고 있으나 네트워크 설치비용을 더 절약하기 위한 새로운 기술개발은 여전히 필요한 상황이다.
- 본 연구는 이러한 네트워크 시스템의 경제성 향상을 목표로 추진되었다. 그 주제는 아래와 같이 3가지이다.
 - 이중보온관의 무예열 방식
 - 파이프 설치의 새로운 방식
 - 굴착된 부품의 재사용

연구 내용

- 파이프 설치의 새로운 방식
 - Piggy back Laying, Twin pipe 특징 및 장점 소개, 시공방법, 열손실 분석 (땅속에서의 열 보온, 트윈파이프에서의 Heat bridge 및 비용산출), 독일과 핀란드에서의 설치비용 분석
 - 핀란드에서는 트윈파이프가 가장 싸며(25% 비용절감), Piggy back 매설공법은 기존방법 보다 약간 싸다(5~10% 비용절감 가능).
 - 독일에서도 트윈파이프 및 Piggy back 매설공법을 이용하여 약 20% 수준의 비용절감을 확인하였다.

주관기관	Mannheimer Versorgungs- und Verkehrsgesellschaft mbH (MVV), Germany
공동수행기관	Chalmer's University, Sweden
수행기간	1996 ~ 1999
연구책임자	Frieder Schmitt
비 고	IEA-DHC 제5기 연구과제

5-5-3

Cost Effective DH&C Networks - Reuse of excavated materials

분야 : 기술 > 열수송 > 기초

연구 개요

- 오늘날 지역난방 네트워크 건설에 있어 이중 보온관은 표준적인 재질이며 많은 발전과 기술신뢰성을 갖고 있으나 네트워크 설치비용을 더 절약하기 위한 새로운 기술개발은 여전히 필요한 상황이다.
- 당 연구는 이러한 네트워크 시스템의 경제성 향상을 목표로 추진되었다. 그 주제는 아래와 같이 3가지이다.
 - 이중보온관의 무예열 방식
 - 파이프 설치의 새로운 방식
 - 굴착된 부품의 재사용

연구 내용

- 매설자재의 재활용
 - 배관 매설 관련 토목 공학
 - 파이프 트렌치의 cross section, 건설규정, 발굴 토양의 되메움을 위한 유용한 기술 소개
 - 배관 매설을 위한 실제 고려할 사항
 - 기계적 다짐을 위한 모래 완충 (Sand bedding with mechanical compaction)
 - 거친 재료 사용을 통한 기계적 다짐
 - 물을 통한 세척 등

주관기관	Mannheimer Versorgungs- und Verkehrsgesellschaft mbH (MVV), Germany
공동수행기관	Chalmer's University, Sweden
수행기간	1996 ~ 1999
연구책임자	Frieder Schmitt
비 고	IEA-DHC 제5기 연구과제

5-6

Plastic Pipes Systems for District Heating - Handbook for Safe and Economic Applications

분야 : 기술 > 열수송 > 기초

연구 개요

- 플라스틱 재질 배관은 특히 북유럽 국가에서 난방용 및 소규모 지역 네트워크용으로 수년 전부터 사용해오고 있다. 이런 사례에도 불구하고 여전히 플라스틱 배관을 지역난방시스템에 도입하는 것에 많은 의문점이 남아 있다.
- 본 연구에서는 다양한 국가의 노하우 및 설치경험을 축적하고 핸드북 형태로 플라스틱 재질 배관기술에 대해 알아보고자 한다.

연구 내용

- 플라스틱 배관 소개
 - Bonded pipe systems with PEX / Non bonded pipe systems with PEX / Pipe systems with other material than PEX
- 설치 방법
 - 이중보온관과 비교한 파이프 매설 및 연결방법 (티, 조인트)
 - 시공용 설비, 배관매설용 도량
- 이중보온관과 플라스틱 배관 비교
 - 경제성, 시공성 및 신뢰성 등에 대해 장단점 소개
 - 플라스틱 배관 도입시 가장 적절한 열 수송 규모 산출
- 플라스틱 배관 재질 소개
 - 재질별 수명, 사용온도 및 압력 검토

주관기관	ZW Energitechnik. Sweden
공동수행기관	Manfi-ed Klöpsch Ingenieur büro für Femwamietechnik, Germany / Natural Resources Canada, Canada
수행기간	1996 ~ 1999
연구책임자	Heimo Zinko
비 고	IEA-DHC 제5기 연구과제

Annex VI (1999 ~ 2002)

1. Simple Models for Operational Optimization

2. Optimization of a DH system by Maximizing building system temperature differences

3. Promotion and Recognition of DHC/CHP benefits in greenhouse gas policy and trading programs

4. Optimization of cool thermal storage and distribution

5. Optimized district heating systems using remote heat meter communication and control

6. Absorption refrigeration with thermal ice storage

7. District heating and cooling Connection Handbook

8. Heat Distribution

8-1 Pipe Laying in Combination with Horizontal drilling methods

8-2 DH network operation

6-1

Simple Models for Operational Optimization

분야 : 기술 > 열원 > 개발

연구 개요

- 운전최적화(공급온도 최적화, 운전비용 최소화 등)를 위한 시뮬레이션 모델 수립 시, 복잡한 지역난방 네트워크의 경우에는 요소(element)수가 많아져 시뮬레이션을 위한 모델 수립이 어렵고, 시뮬레이션 소요시간도 길어지는 문제점이 있음
- 본 연구에서는 “aggregation method”를 사용하여 branch 및 element 수를 축약시킴으로써 단순 모델을 수립하고, 시뮬레이션 소요시간을 대폭 줄임으로써 현장에서 쉽게 활용 가능하도록 하고자함

연구 내용

- 독일, 덴마크, 핀란드 등에서 지난 10여 년간 연구되어 온 지역난방 운전 최적화 모델에 대한 연구를 수행하였으며 이를 한층 더 발전시킨 새로운 모델을 개발하였음
- 단순모델에 대한 신뢰성을 검증하기 위하여 유럽 지역의 지역난방 시스템에 대하여 적용하였으며, 그 결과 80~95%까지 단순화를 시켰음에도 오차가 거의 없는 정확한 결과를 얻을 수 있었음

주관기관	Technical University of Denmark
공동수행기관	Fraunhofer-Institut for Environmental, Safety and Energy Technology (UMSICHT) / Korea District Heating Corporation (KDHC) / Technical Research Centre of Finland (VTT)
수행기간	1999 ~ 2002
연구책임자	Benny Bøhm
비 고	IEA-DHC 제6기 연구과제

6-2

Optimization of District Heating Systems by Maximizing Building Heating System Temperature Differences

분야 : 기술 > 사용자 > 응용

연구 개요

- 지역난방시스템에 있어서 차온을 증대시키기 위한 방법으로
 - 사용자 난방설비들을 '캐스케이드 부하 원리'로 사례별 시뮬레이션 수행
 - 여러 종류의 건물난방시스템의 열역학 특성, 경제성 등을 분석하기 위해 크게 3가지 부분[열원, 열배관, 사용자(건물난방시스템)]으로 나누어 검토

연구 내용

- 실험 대상
 - 4가지 종류의 건물 : 대규모 건물, 소규모 건물, 단독주택, 공동주택
 - 기후조건에 따른 실험 대상
 - 암스테르담, 토론토 : 단독주택, 공동주택, 소규모 사무실 건물
 - Sudbury(캐나다) : 대규모 복합기능 건물
 - 열원 형태 : 복합 사이클 가스터빈 CHP
- 대규모 복합기능 건물인 경우 2차측 난방방식에 따라 3가지 사례로 구분하여 시뮬레이션을 수행하였으며, 열원의 전력소비량, 연료소비량 등 전체적인 에너지소비량도 고려하였음

주관기관	CANMET Energy Technology Centre, Natural Resources Canada - Ottawa,
공동수행기관	2Gagest Developments Ltd. - Ottawa, Canada 3JFR Engineering I/S - Copenhagen, Denmark 4Nuon Technisch Bedrijf - Duiven, The Netherlands
수행기간	1999 ~ 2002
연구책임자	Chris Snoek
비 고	IEA-DHC 제6기 연구과제

6-3

Promotion and Recognition of DHC and CHP benefits in Greenhouse Gas Policy and Trading Programs

분야 : 정책 > 제도 > 기초

연구 개요

- 열병합발전과 지역냉난방사업은 이산화탄소와 같은 온실가스 및 대기오염물질의 배출량을 감소시키고 토착에너지사용(바이오매스, 폐기물 등), 전력피크부하 분산 등 에너지의 안정성을 증대시키는데 큰 역할을 한다.
- 지역냉난방은 지역주민들의 난방 수요를 충족시키기 위해 그 지역의 연료 또는 버려지는 에너지를 사용하여 공급하는 것으로, 향후 열병합발전/지역냉난방은 배출권거래제 시행으로 인해 더욱 경쟁력을 가질 것이며, 기후변화협약 이행에 아주 유용한 수단이 될 것으로 보인다. 덴마크와 영국에서는 온실가스 배출권거래제가 이미 운영되기 시작하였으며, 스웨덴, 노르웨이, 독일, 캐나다 등지에서는 시행을 준비 중에 있다.

연구 내용

- '온실가스 정책 및 배출권거래제 프로그램에서의 열병합발전/지역냉난방의 효용가치에 대한 인식 및 증진'으로서 에너지절약 및 환경절감 수단으로서의 열병합발전/지역냉난방의 효용가치, 배출권거래제도 하에서의 열병합발전/지역냉난방의 역할 및 확대 정책 등을 다루고 있다.

주관기관	FVB-Fjärrvärmebyrån AB (Sweden)
공동수행기관	FVB Energy Inc. (USA) / BRE-Building Research Establishment (UK)
수행기간	1999 ~ 2002
연구책임자	Sven Werner
비 고	IEA-DHC 제6기 연구과제

6-4

Optimization of Cool Thermal Storage and Distribution

분야 : 기술 > 냉방 > 응용

연구 개요

- 지역냉방시스템에서의 가장 실용성 있는 냉열 저장, 냉동기 및 분배시스템의 조합에 대한 최적화에 초점을 두고 있다. 또한 저장/수송기술을 소개하고, 지역냉방시스템에 가장 적합한 냉열저장, 냉동기, 수송시스템을 분석/검토하였다. 냉방시스템 최적화를 위한 냉열 저장조 크기, 운영 등 다양한 상황에서의 냉방에 대한 생산/수송/저장 등의 최적화도 검토하였다.

연구 내용

- 북유럽에 위치한 스톡홀름, 남유럽에 위치한 바르셀로나의 지역냉방시스템을 이용하여 다양한 부하변동 및 운영비용에서의 실질적이고 합리적인 저장기술을 분석해보았다.
- 저장기술 소개 및 분석
 - chilled water
 - sodium nitrite/nitrate-water solution
 - ice-on-coil(external melt)
 - ice slurry
- 상업적으로 가장 이상적인 생산, 수송, 저장 시스템을 찾아내기 위한 연구를 수행하였으며, 특히 북유럽과 지중해 2가지의 기후에 맞는 30MW급 지역냉방시스템을 각각 고려해보았다.

주관기관	Electrowatt-Ekono Oy (Finland)
공동수행기관	FVB District Energy (Sweden)
수행기간	1999 ~ 2002
연구책임자	-
비 고	IEA-DHC 제6기 연구과제

6-5

Optimized District Heating Systems Using Remote Heat Meter Communication and Control

분야 : 기술 > 사용자 > 응용

연구 개요

- 사용자 난방시스템은 지역난방시스템의 열부하로서 지역난방시스템의 운영을 좌우하게 한다. 하지만 사용자 난방시스템의 운전상태가 지역난방운영자에 의해 감시, 제어될 수 있는 경우는 드물다. 그러므로 시스템을 전체적으로 최적화 하지 않고서는 지역난방시스템의 최적운영이란 개념은 모든 사용자들에게 고온, 고압을 충분히 공급하는 것으로 제한될 수밖에 없다.

연구 내용

- 지역난방 사용자 난방시스템의 수요관리를 수행할 수 있는 방법과 알고리즘을 시험하고 개발하고자 한다. 이 방법에는 지역난방시스템의 운영을 최적화하기 위해 수요관리를 수행하기 위한 도구로서 원격통신 기능이 내장된 열량계의 데이터를 효율적으로 이용하는 것이 포함되었다.
- 또한 일반적인 지역난방시스템에 있어서의 수요관리범위, 미래 통신시나리오, 열량계 통신기법 및 인터넷을 이용한 통신, 피크부하시 열부하를 줄이기 위한 방법 및 그에 따른 시뮬레이션, 비효율적인 사용자 검출, 2차측 공급온도를 조절하기 위한 알고리즘을 소개하고 있다.

주관기관	SINTEF Energy Research
공동수행기관	Viken Energinett A/S (Norway) / Energy Division of the Danish Technological Institute (Denmark)
수행기간	1999 ~ 2002
연구책임자	Jacob Stang
비 고	IEA-DHC 제6기 연구과제

6-6

Absorption Refrigeration with Thermal(Ice) Storage

분야 : 기술 > 냉방 > 기초

연구 개요

- 일반적으로 사용하는 단효용 흡수식냉동기에 약간의 장치를 추가하여 빙축열조에 냉열을 직접 저장하는 새로운 기술 소개
 - 새로운 빙축열 계통은 냉방부하가 없을 때 저급의 에너지 혹은 잉여 에너지를 이용하여 재생기에서 증기를 발생시키고 Ejector를 통과시켜 빙축열조로부터 수분을 기화 및 배출하여 기화열을 이용한 냉열을 제조 저장하는 방식

연구 내용

- 실증실험 결과 이 새로운 빙축열 시스템의 COP는 약 0.38로 나타났다. 그러나 본 시스템은 저급의 폐열이나 재생가능한 저급에너지를 사용할 수 있고, 기존의 흡수식 냉동기와 결합하여 투자비 및 운영비를 절감할 수 있어 수십 kW 내지 수 MW급 열병합에서 냉난방 및 전력을 병합한 플랜트를 구성할 경우 매우 유용할 것으로 판단되며, 식품, 화학 및 낙농 관련 산업체나 슈퍼마켓, 병원 혹은 사무용 복합건물에 적용하는 경우에 적합할 것으로 판단된다.
- 향후 상용화를 위한 연구를 추가로 더 진행하여야 하며, 본 연구의 기초 이론은 부록에 수록하였다.

주관기관	University of Nottingham (UK)
공동수행기관	-
수행기간	1999 ~ 2002
연구책임자	Ian.W. Eames
비 고	IEA-DHC 제6기 연구과제

6-7

District Heating and Cooling Connection Handbook

분야 : 기술 > 사용자 > 응용

● 연구 개요

- 기존 건물의 냉동공조시스템 변경 시 지역난방수를 이용하도록 유도하기 위하여 건물의 냉난방 열원을 지역난방열로 교환하는 방법에 대하여 단계별로 나누어서 설명하였다.

● 연구 내용

- 주거용, 상업용, 공공용, 산업용 건물을 대상으로 연구를 수행하였으며, 사용자 시설의 설계 및 운영에 대한 깊이 있는 고찰과 지역난방열을 에너지원으로 하는 시스템에 대한 연구를 하였다.
- 지역난방과 냉방의 기본 원리와 열수송 및 열사용시설에 대한 기본 연구를 수행하였으며, 지역난방이 건물주, 지자체 및 공공기관 등 지역난방을 이용하는 사용자에게 가져다 줄 수 있는 여러 가지 장점에 대해서도 서술되어 있다.
- 사용자 시설 중에서 열교환기의 용량 선정은 열원 시스템 전체의 운영에 큰 영향을 미치기 때문에 매우 중요하다. 따라서 건물 냉난방 부하의 정확한 예측의 중요성에 대해서도 강조하였다.

주관기관	Kattner/FVB District Energy Inc. (Canada)
공동수행기관	Sheffield Heat and Power Group (UK)
수행기간	1999 ~ 2002
연구책임자	Bard Skagestad
비 고	IEA-DHC 제6기 연구과제

6-8-1

Heat Distribution (Part A) :

Pipe Laying in Combination with Horizontal Drilling Methods-

분야 : 기술 > 열배관 > 응용

연구 개요

- 이 보고서에는 배관설치를 위해서 기존의 개착공법 대신 공기단축, 도로의 혼잡성 방지 및 민원예방 등의 장점을 가지고 있고 기술의 발전에 따라 어떤 작업여건에서도 사용이 가능한 관로를 굴착하지 않는 압입방식에 대해서, 특히 압입공법 중 최근 가장 보편화되고 있는 수평수압굴착공법 (Horizontal hydraulic drilling method)에 대해 다룸

연구 내용

- 압입에 의한 배관설치의 장점 및 무굴착 배관의 필요성 검토
- 지역난방배관 설치에 적합한 굴착방법에 따른 압입공법의 종류 소개
 - 가. 타격식공법(압입관 끝단이 막혀있고, 어스해머로 타격하여 압입)
 - 나. 타격식공법(압입관 끝단이 오픈되어 있고, 램으로 타격하여 압입)
 - 다. 수평굴착공법
 - 방향조정이 불가능한 공법(Uncontrolled drilling method)
 - 방향조정이 가능한 공법(Controllable drilling methods)
 - 라. 기타 공법
- 수평굴착공법의 종류, 작동원리 및 특징 소개
 - 가. 방향조정이 불가능한 공법(Uncontrollable drilling methods)
 - : 압입도중 추진방향 전환이 불가능한 공법으로, 땅속에 커다란 돌이 있거나 지층간 토질의 밀도가 다를 경우 추진방향이 바뀔 수 있으며, Earth hammer(Earth rocket), Horizontal ram 및 Uncontrollable hydraulic drilling의 3가지 공법을 소개

나. 방향조정이 가능한 공법(Controllable drilling methods)

: 최근 보편적으로 사용하는 공법으로 Horizontal hydraulic drilling, Horizontal Directional Drilling 및 New microtunnelling methods 공법 소개

○ 기타

압입시 토질의 종류, 압입 배관의 마찰력에 대한 검토 및 높은 건설비 등 지역난방배관의 특징과 압입공법 추진 시 고려할 사항 및 계획수립에 대해서 자세히 다루고 있다.

주관기관	MVV Energie AG
공동수행기관	-
수행기간	1999 ~ 2002
연구책임자	Frieder Schmitt / Heinz-Werner Hoffmann
비 고	IEA-DHC 제6기 연구과제

6-8-2

Heat Distribution (Part B) : District Heating Network Operation

분야 : 기술 > 열배관 > 기초

연구 개요

- 다년간에 걸친 지역난방 열배관의 운영 경험 수록
 - Part A : 운영비용뿐만 아니라 열손실, 펌프 동력비 및 계통수 손실량 등 열배관 운영에 필요한 주요 수치 분석
 - Part B : 열배관 운영에 필요한 실질적 기술

연구 내용

- Part A : 운영데이터
 - 지역난방 열배관의 사고발생 빈도와 원인, 유지보수 방법 및 유지보수에 드는 노력과 비용을 다년간의 현장 운영실적을 바탕으로 다룸
 - 열배관 운영비용, 열손실, 펌프 동력비, 계통수 손실 등 주요 성분들을 나라별로 비교, 분석함
- Part B : 열배관 현장기술
 - 지역난방 열배관에 대한 일상적인 업무를 예를 들어 새롭게 발전된 유지보수 기술을 소개하고 효율적인 면을 소개
 - Damming Disk를 삽입 또는 파이프를 열리거나, Shut-down bag을 설치하여 bag 내부에 가스를 공급하는 등의 절차를 거쳐 계통수를 차단하는 방법 소개

주관기관	MVV Energie AG
공동수행기관	-
수행기간	1999 ~ 2002
연구책임자	Frieder Schmitt / Heinz-Werner Hoffmann
비 고	IEA-DHC 제6기 연구과제

Annex VII (2002 ~ 2005)

1. A Comparison of Distributed CHP/DH with large-scale CHP/DH
2. Two-step decision and optimization model for centralized or decentralized thermal storage in DH&C systems
3. Improvement of operational temperature differences in district heating systems
4. How cellular gases influence insulation properties of district heating pipes and the competitiveness of district energy
5. Biofouling and microbiologically Influenced Corrosion in District Heating Networks
6. Strategies to Manage Heat Losses-Technique and Economy
7. Dynamic Heat Storage Optimization and Demand Side Management

7-1

A Comparison of Distributed CHP/DH with Large-Scale CHP/DH

분야 : 기술 > 열원 > 응용

연구 개요

- 열병합발전 방식의 발전에 따른 공급지역 수요 및 크기별 분석
 - 가스엔진, 가스터빈 등의 발전에 따른 지역난방 공급지역 모델링 수행
 - 발전방식의 효율성, 경제성, 친환경성 검토 등 비교평가 수행

연구 내용

- 가스엔진의 대형화 및 복합사이클 가스터빈의 소형화에 따른 열병합발전의 공급대상지역 모델링을 수행하였다.
- 4가지 모델(가스터빈 공급방식 도시모델, 가스터빈 공급방식 10개 수요지역, 가스엔진 공급방식 50개 수요지역, 스팀엔진 공급방식 독립건물)의 경제성 및 환경영향평가를 통해 가스터빈 공급방식 도시모델이 효율, 비용, CO₂ 저감에서 가장 우수한 방식이다. 그러나 차후, 연료전지 도입에 따른 친환경적인 요소와 높은 효율에 따른 비교가 더 필요하다.

주관기관	Parsons Brinckerhoff Ltd(UK)
공동수행기관	Ramboll(Denmark) / W-E(Netherlands) / VTT(Finland) / University of Sussex(UK)
수행기간	2002 ~ 2005
연구책임자	Paul Woods
비 고	IEA-DHC 제7기 연구과제

7-2

Two-Step Decision and Optimization Model for centralized and decentralized thermal storage in DHC

분야 : 기술 > 열원 > 응용

연구 개요

- CHP 축열조의 최적 치수 및 최적화 방법론
 - 낮은 열손실율, 최적 축열조 크기를 위한 축열조의 최적 치수
 - 운영비용 최소화를 위한 CHP와 축열조 크기의 상관관계 분석

연구 내용

- CHP 축열조의 최적화를 위해 열손실율, 공간 활용도 및 CHP와의 상관관계 분석을 실시하였다. 열손실율 최소화를 위한 D/H(지름/높이)는 1.0이었으며, 공간 활용을 위한 부피 최대 D/H는 2.0이었다. 본 연구를 통해 제안되는 D/H는 1.0~2.0으로 이외의 범위에서는 확산기나 증기저장실이 요구됨을 확인할 수 있었다.
- 또한, CHP와 축열조 크기의 상관관계 분석을 통해 운영비용 최소화 방안을 연구하였으며, 기 설치된 CHP와 축열조들의 사례들을 통하여 경험식을 산출하였다. 연구 결론은 연간 712,000MWh의 열부하에 대한 최적 축열조의 부피는 약 27,000m³이며, 약 3%의 운영비용을 절감하는 것으로 계산되었다.

주관기관	SP Swedish National Testing and Research Institute(Sweden)
공동수행기관	SINTEF Energy Research(Norway)
수행기간	2002 ~ 2005
연구책임자	John Rune Nielsen
비 고	IEA-DHC 제7기 연구과제

7-3

Improvement of Operational Temperature Differences in District Heating Systems

분야 : 기술 > 열원 > 응용

연구 개요

- 지역난방시스템 운영온도차에 대한 현장경험에 의한 실용적인 방법 제시
 - 초과유량법(Excess flow method)
 - 목표온도법(Target temperature method)

연구 내용

- 본 연구의 목적은 지역난방네트워크에서 온도차에 의한 지역난방수의 비효율적인 냉각에 대비하는데 있다. 지역난방 사용자 기계실의 기능 개선을 위해 초과유량법과 목표온도법의 도입을 통해 공급수와 회수수의 온도차를 효율적인 수치로 맞추어 운영효율 극대화 및 비용절감을 꾀하였다.
- 초과유량법은 열용량에 의한 평균 회수온도와 실제회수온도의 차로 실제 회수온도에 대한 공급량을 정하는 방법이며, 목표온도법은 열교환기의 물리적인 한계에 따른 이상적인 회수온도를 설정하는 방법이다. 두가지 방법을 통해 실제현장에 적용하여 분석한 결과, 스웨덴 Skogas사의 경우 회수온도를 1℃ 낮출 경우 1억(또는100백만)\$의 절감효과에 해당한다고 평가하였다.

주관기관	ZW Energiteknik AB(Sweden)
공동수행기관	KDHC(Korea) / Fraunhofer Center for Energy and Environment(FCEE, USA)
수행기간	2002 ~ 2005
연구책임자	Heimo Zinko
비 고	IEA-DHC 제7기 연구과제

How Cellular Gases Influence the Insulation Properties of District Heating Pipes and the Competitiveness of District Energy

분야 : 기술 > 열배관 > 기초

● 연구 개요

- 셀가스가 지역난방배관 보온 성능에 미치는 영향
 - 셀가스 조성 확인법 및 열손실 계산 프로그램 개발
 - 배관 보온용 셀가스 종류 및 그에 따른 영향

● 연구 내용

- 배관 보온을 위한 셀가스로 보통 CFC가 많이 사용되고 있다. 비록 CFC를 이용한 배관이 기존 폴리우레탄폼을 이용한 배관보다 약 5% 정도 열손실이 낮아 많이 활용되고 있으나, 온실가스 발생 및 환경적인 영향에 의해 교체시 폐기될 전망이다.
- 차후 연구되고 있는 배관은 마이크로셀 폴리우레탄폼이나 사이클로펜탄 등으로 조사되었다. 또한, 폴리우레탄폼을 기본으로 한 4cm 두께의 셀이나 고리형태의 배관 역시 고려되고 있다. 지역난방배관은 비교적 고온에서 운영되기 때문에 보온재를 관통하는 확산율이 가속되어 열전도도가 낮은 재료의 수명이 단축되므로 보온 특성을 얻기 위한 진공을 얻는 기술 역시 요구된다.

주관기관	Danish Technology Institute(Denmark)
공동수행기관	Lappeenranta University of Technoogy(Finland) / Ingenierburo Kraaz(Germany)
수행기간	2002 ~ 2005
연구책임자	Henning D. Smidt
비 고	IEA-DHC 제7기 연구과제

7-5

Biofouling and Microbiologically Influenced Corrosion in District Heating Networks

분야 : 기술 > 열배관 > 응용

연구 개요

- 지역난방배관의 미생물 부식, 생물부착문제
 - 미생물 부식, 생물부착문제의 원인 규명
 - 미생물 부식, 생물부착문제의 모니터링 방법 제안

연구 내용

- 지역난방에서의 미생물 부착으로 인한 부식문제는 이전 연구를 통해 8개국 지역난방플랜트를 대상으로 조사하여 발생 메커니즘을 규명 및 연간 미생물 및 생물 부착량을 조사하였다. 본 연구를 통해 이러한 발생의 원인을 파악하였다. 발생원인은 황산염, 하이드라진, 인산염, 암모늄 등의 화합물과 낮은 온도, 높은 pH의 지역난방수들의 영향으로 발생하는 것으로 조사되었다. 이러한 미생물 문제는 지역난방배관 뿐만 아니라 시스템에서도 발생할 위험성을 가지고 있으며, 이를 해결하기 위한 x-ray fluorescence 방식 모니터링 방법을 제안하였다.

주관기관	Danish Technological Institute Center for Chemistry and Water Technology(Denmark)
공동수행기관	-
수행기간	2005 ~ 2008
연구책임자	Bo Hojris Olesen
비 고	IEA-DHC 제8기 연구과제

7-6

Strategies to Manage Heat Losses - Technique and Economy

분야 : 기술 > 열원 > 응용

연구 개요

- 지역난방 열손실 저감을 위한 기술적, 경제적 전략
 - 열배관 네트워크 설치비용, 운영비용, 한계비용 최소화 전략
 - 지역난방그리드 벤치마킹 전략

연구 내용

- 지역난방 유틸리티는 보통 5년 간격으로 설치비용 및 운영비용 재산정을 통해 열손실을 줄이는 전략을 실시해야 한다. 특히, 열배관 내 우레탄폼의 노화에 따른 열손실을 고려해야하는데, 연구된 바에 따르면 우레탄폼 노화를 고려하지 않으면, 20%의 열손실이 추가로 발생된다. 대다수의 열손실은 열배관의 단열에 의해 발생되는데, Insulation Series 1이 최적의 열배관으로 고려된다. 단열에 따른 비용이 한계비용으로 책정되는데, 최소한의 추가 비용 발생으로 운영비용을 10~20% 절감할 수 있다. 마지막으로 열배관망 내 열손실을 줄이기 위해서 다른 열병합발전소의 네트워크를 벤치마킹하는 것 역시 필요하다.

주관기관	MVV Energie AG(Germany)
공동수행기관	-
수행기간	2002 ~ 2005
연구책임자	Frieder Schmitt
비 고	IEA-DHC 제7기 연구과제

Dynamic Heat Storage Optimization and Demand Side Management

분야 : 기술 > 열원 > 응용

연구 개요

- 열저장 최적화 시뮬레이션을 통한 경제성 향상 및 친환경성 강화 연구
 - Dynamic heat storage(DHS) 및 Demand side management(DSM)에 의한 배관망의 열저장에 기인하는 경제적 효과 및 환경적 효과를 비교 분석

연구 내용

- 지역난방네트워크의 열저장 최적화를 통해 지역난방시스템의 경제성 향상 및 친환경적 효과를 최대화하는 것이 본 연구의 목표이다. Dynamic heat storage(DHS), Demand Side Management(DSM)의 두가지 방법으로 접근하였다. DHS는 지역난방 공급지역인 독일의 Overhausen (EVO), 핀란드 유베스쿨레(Jyväskylä), 덴마크 네스티브르(Næstved)의 모델링을 통해 열공급시스템 고장시 네트워크 배관을 열저장기능으로 활용하고, 피크부하시 연료의 경제적인 선택이 가능하도록 활용할 수 있음을 확인하였다. 한편, DSM은 열사용시설 중 건물의 열사용량 및 열저장시설의 종류에 따른 최적화를 통해 열손실을 줄이는 방향에 대한 모사분석을 실시하였다. DHS를 통해 전기 생산량이 증가할수록 약 5%의 경제성이 향상되는 것을 확인하였으며, DSM을 통해 저가의 원료로 대체하여 피크부하를 감소하는 것을 확인할 수 있었다.

주관기관	Fraunhofer Institut Umsicht(Germany)
공동수행기관	Technical University of Denmark(Denmark) / VTT(Finland)
수행기간	2002 ~ 2005
연구책임자	Michael Wigbels
비 고	IEA-DHC 제7기 연구과제

Annex VIII (2005 ~ 2008)

1. New materials and constructions for improving the quality and lifetime of district heating pipes including joints - thermal, mechanical and environmental performance

2. Improved cogeneration and heat utilization in DH networks

3. District heating distribution in areas with low heat demand density

4. Assessing the Actual Annual Energy Efficiency of Building-Scale Cooling Systems

5. Cost benefits and long term behaviour of a new all plastic piping system

8-1

New Materials and Constructions for Improving the Quality and Lifetime of District Heating Pipes

분야 : 기술 > 열배관 > 기초

연구 개요

- 지역난방 배관 품질 및 수명 향상을 위한 새로운 재료 소개와 성능분석
 - 기존의 PUR과 새로이 소개되는 PET(Polyethylene terephthalate)와의 비교 분석을 통한 지역난방 열배관 보온재로의 성능 검토
 - 기계적 특성(압축강도, 수분 침투성, 증기 저항력, 수분 흡수력 등), 절연 특성, 환경성, 경제성 검토 등 수행

연구 내용

- 일반적으로 열배관의 기계적 특성을 연구하는데 있어서는 유럽규격으로 사용되는 “EN 253:2003”에 따르면, 폴리우레탄 폼을 사용하는 지역난방 이중보온관의 경우 120℃를 기준으로 30년간의 수명을 지속하지만, 외부 배관경이 120mm 이하의 작은 배관 및 저온수의 경우에는 그 성능이 떨어진다고 한다.
- 본 연구는 새로운 소재인 폴리에틸렌(PET) 폼과 기존 소재인 폴리우레탄(PIR) 폼을 다양한 측면에서 비교·분석해 보았으며, 그 결과 100℃이하 저온수 및 소관경의 조건에서는 폴리에틸렌 폼이 지역난방 배관 보온재로써 우수하다는 결론을 얻었다.

주관기관	Chalmers University of Technology (Sweden)
공동수행기관	제8기 전문가 그룹
수행기간	2005 ~ 2008
연구책임자	Ulf Jarfelt
비 고	IEA-DHC 제8기 연구과제

8-2

Improved Cogeneration and Heat Utilization in DH Networks

분야 : 기술 > 열원 > 응용

연구 개요

- 열배관망내 CHP 및 열 이용율 향상 기술 연구
 - 열저장 이용기술을 이용한 전력 및 열 생산량 증가를 통하여 효율적인 CHP 운영기술 개발과 이로 인한 경제성 증대에 관한 분석
- 열병합 발전의 경제성 및 효율 향상을 위한 방법 및 기술(생산된 열의 이용율 향상 및 높은 발전효율 유지) 연구

연구 내용

- 열병합발전의 에너지(열+전기) 생산량은 일반적으로 열수요량에 밀접한 관련이 있다. 특히 단일 건물 또는 소규모 지역난방 배관망에 연계되어 있는 열병합발전의 경우 상관관계가 매우 높다. 이러한 점을 보완하기 위한 방안으로, 대규모 열저장 기술은 열병합발전기로부터 고급에너지인 전기를 더 많이 생산할 수 있고, 화석연료 대신에 바이오연료 또는 타 신재생에너지원이 사용 가능하며, 추가 수요개발 또한 가능한 것으로 기대된다. 뿐만 아니라 열저장기술은 CHP 운영 효율을 높이는데도 도움이 될 것으로 판단된다.

주관기관	Helsinki University of Technology (Finland)
공동수행기관	Linköping University(Sweden) / KDHC(Korea) / SINTEF Energy Research(Norway)
수행기간	2005 ~ 2008
연구책임자	Carl-Johan Fogelholm
비 고	IEA-DHC 제8기 연구과제

8-3

District Heating Distribution in Areas with Low Heat Demand Density

분야 : 기술 > 열배관 > 응용

연구 개요

- 열배관 설치 및 운영 비용절감을 통하여 열수요 밀도가 낮은 지역의 지역난방 확대 보급 방안에 관한 연구
 - 열분배망 배관 비용절감 및 열손실 최소화 기술
 - 열수요 밀도가 낮은 지역의 수요 특성과약 및 운영방안 분석

연구 내용

- 지역난방 역사가 오래된 유럽의 스칸디나비아 반도 국가들에서는 지역난방 기술 및 시장이 꾸준히 발전하여 대도시의 경우 80~90%의 보급률을 자랑한다. 하지만 열수요 밀도가 낮은 지역의 경우 10~15%로 여전히 지역난방 보급률은 낮은 실정이다.
- 본 연구과제의 주된 목적은 열수요 밀도가 낮은 지역에 지역난방을 공급하기 위해 배관망 비용을 저렴하게 하는 기술개발에 있으며, 연구결과 열수요 밀도가 낮은 지역에서 결과적으로 현재보다 더 효율적이고 저렴한 열공급이 가능할 것으로 예측되었다. 결과적으로 면적은 $10kWh/m^2, yr$ 이상, 배관길이는 $0.3MWh/m, yr$ 이상의 열밀도를 갖는 지역의 경우 다소 경제성이 있다고 보고 있다.

주관기관	ZW Energiteknik AB (Sweden)
공동수행기관	Benny Bohm Energiteknik(Denmark) / VTT(Finland) / Danfoss(Denmark)
수행기간	2005 ~ 2008
연구책임자	Heimo Zinko
비 고	IEA-DHC 제8기 연구과제

8-4

Assessing the Actual Annual Energy Efficiency of Building-Scale Cooling Systems

분야 : 기술 > 냉방 > 기초

연구 개요

- 건물 내 냉방설비의 에너지 효율에 대한 평가 연구
 - 빌딩 자체 냉방설비와 지역냉방시스템 간의 경제성과 효율성 비교
 - 냉방설비별 정확한 비교를 위한 경제성 및 효율성에 영향을 주는 다양한 인자 분석 및 실증실험 수행

연구 내용

- '지역냉방'의 경제성, 에너지 효율성, 환경친화성과 관련하여 '건물내 냉방설비'와 종종 비교되곤 한다.
- 이에 따라, 본 연구에서는 실제 건물 내 냉방설비를 운영하고 그에 따른 운영비용에 대한 데이터를 수집하는 등의 실증실험을 수행하여, '지역냉방'과 '건물 내 냉방설비'간의 경제성과 효율성을 비교하였다.
- '지역냉방'과 '건물 내 냉방설비'와의 경제성, 효율성을 비교할 때 설비별로 소비되는 모든 운영비용을 빠짐없이 고려하였으며, 그에 따라 부하별 운영비용, 보조기기, 안전장치, 다양한 유지보수 비용과 심지어 감가상각까지도 반영시켰다.

주관기관	International District Energy Association
공동수행기관	FVB Energy Inc.(USA) / BRE Environment(UK) / Pacific Gas & Electric(USA)
수행기간	2005 ~ 2008
연구책임자	Robert Thornton
비 고	IEA-DHC 제8기 연구과제

8-5

Cost benefits and Long Term Behaviour of a new all Plastic Piping System

분야 : 기술 > 열수송 > 기초

연구 개요

- 플라스틱 배관 시스템의 비용 이익과 장기간에 걸친 거동 특성 연구
 - 플라스틱으로 구성된 새로운 배관 방식(PB파이프, PE보온재, PE외관) 제안 및 기존 이중보온관(강관파이프, PUR보온재, PE외관)과의 비교
 - 배관 수명, 비용 절감 해석, 열손실 분석, 시스템 최적화 등

연구 내용

- 지금까지 지역난방 열배관은 강관과 폴리우레탄 보온재, 폴리에틸렌 외관으로 구성된 경우가 거의 대부분을 차지해왔고, 이 배관 형태는 그 성능이 매우 뛰어남을 보였다. 하지만 강관은 부식의 위험성이 있고 폴리우레탄 보온재는 물에 닿으면 보온 성능이 떨어지는 단점을 갖고 있다. 따라서 이러한 단점을 보완하기 위해 배관의 재질에 대한 기술적 진보가 요구된다.
- 본 연구에서는 열배관 재질이 모두 플라스틱(폴리부틸렌관, 폴리에틸렌 보온재와 폴리에틸렌 외관)으로 구성된 새로운 열배관 방식을 제안하였다. 뿐만 아니라 이 열배관과 관련하여 수명 평가, 경제성 분석, 장기간 거동 특성, 열손실 분석 등 다양한 검토를 통하여 최적화된 열배관 시스템을 제안하였다.

주관기관	Nuon N.V. Duiven(Netherlands)
공동수행기관	제8기 전문가 그룹
수행기간	2005 ~ 2008
연구책임자	Hans Korsman
비 고	IEA-DHC 제8기 연구과제

Annex IX (2008 ~ 2011)

1. The Potential for Increased Primary Energy Efficiency and Reduced CO2 Emissions by DHC
2. District Heating for Energy Efficient Building Areas
3. Interaction Between District Energy and Future Buildings that have Storage and Intermittent Surplus Energy
4. Distributed Solar Systems Interfaced To A District Heating System That Has Seasonal Storage
5. Policies and barriers for District Heating and Cooling outside EU countries
6. Fundamental Benefits of District Heating and Cooling and a Model to Quantify and Evaluate the Benefits

9-1

The Potential for Increased Primary Energy Efficiency and Reduced CO₂ Emissions by DHC

분야 : 기술 > 열원 > 기초

연구 개요

- 지역난방의 1차 에너지 사용효율 증가 가능성과 이산화탄소 배출 저감량 예측 시뮬레이션
 - 온실가스 할당제에 따른 열병합발전의 온실가스 발생량 예측
 - 플랜트 신규건설, 수요건물 추가 등 각 시나리오별 온실가스 발생량 예측

연구 내용

- 열병합발전의 1차 에너지 사용에 따른 온실가스 발생량을 온실가스 할당제, 신규플랜트 건설, 기존 지역난방지역에 수요건물 추가, 공급 및 회수온도 변화, 전기/열 생산비율, 흡수식냉동기 사용 등의 시나리오에 따른 분석을 실시하였다.
- 1차 에너지 중 LNG를 활용하는 것이 지역난방 효율을 증대시키며, 전기/열 생산비율을 높이는 것이 1차에너지 손실 및 전기 당 온실가스 발생량을 줄이는 것으로 연구되었다. 또한, 높은 효율의 흡수식 냉동기를 사용하기 위하여 지역난방 공급온도를 높이는 것과 열병합발전의 전기생산을 늘리기 위해 지역난방온도를 낮추는 것 사이의 균형점을 찾는 시뮬레이션을 수행하였다.

주관기관	SP Technical Research Institute of Sweden
공동수행기관	KDHC (Korea) / SINTEF (Norway)
수행기간	2008 ~ 2011
연구책임자	Monica Axell
비 고	IEA-DHC 제9기 연구과제

9-2

District Heating for Energy Efficient Building Areas

분야 : 기술 > 열원 > 응용

연구 개요

- 지역난방이 공급되는 건물의 에너지 효율 변화에 따른 지역난방시스템의 변화 분석
 - 지역난방이 공급되는 건물의 자체적인 열, 전기 생산이 점차적으로 늘어나고 있으며, 이에 따른 지역난방 공급/회수온도, 지역난방배관, 계절별 피크온도 변화 및 열요구량에 따른 지역난방 공급량 변화에 대한 전략 및 분석

연구 내용

- 건물의 에너지 효율이 강조되면서, 태양, 바이오매스, 히트펌프 등 신재생 에너지를 활용한 자체 전력, 열생산으로 인해 하절기, 동절기의 지역난방 요구량이 변화를 보이고 있다. 본 연구에서는 이러한 변화에 대한 지역난방의 전략과 미래 상황에 대한 예측을 실시하였다.
- 건물의 에너지 효율이 높아짐에 따라 하절기, 동절기의 열공급 차이가 점차 줄어들고 있고, 지역난방 수요 또한 줄어들 것으로 예상되고 있다. 이는 지역난방 배관망의 최소유량에 영향을 미칠 것이고, 공급온도 또한 낮아지게 하여 보온재에도 영향을 미친다. 이렇듯 배관망 설치 및 운영상에 변화가 발생하며 이에 대한 대처가 필요할 것으로 예상된다.

주관기관	VTT Technical Research Centre of Finland
공동수행기관	FVB Sverige ab, Office Nyköping/BRE, Building Research Establishment Limited/BB Energiteknik
수행기간	2008 ~ 2011
연구책임자	Kari Sipilä
비 고	IEA-DHC 제9기 연구과제

Interaction between District Energy and Future Buildings that have Storage and Intermittent Surplus Energy

분야 : 기술 > 열원 > 응용

연구 개요

- 미래형 건물 모델 및 그 특성이 지역난방에 미치는 영향 및 지역난방과의 연계방안 제시

연구 내용

- 미래의 건물은 열손실을 줄이고, 열회수율을 높이기 위해 새로운 디자인이나 신재생에너지 등을 활용하는 방안으로 에너지 소비를 줄이는 방향으로 건설될 것이다. 그러나 날씨의 영향으로 인해 태양에너지를 활용하지 못할 경우로 인해 오히려 평균 에너지효율은 비슷하게 될 우려가 있다. 본 연구는 미래의 건물에 대한 몇 가지 모델을 통해 지역난방이 미래의 건물과 공존하는 방안에 대해 제시하였다.
- 채광을 최대한 한 수동적 태양광에너지 활용 건물, Dumont house 모델, 공간난방시스템, 열저장시스템, 지중열교환기 등을 활용한 건물 등 미래 건물들이 활용할 시스템과 지역난방시스템과의 연계를 통한 환경적, 경제적인 이득에 대해서 캐나다 오크톡스, 스웨덴 스톡홀름, 영국 런던의 기후 데이터를 활용하여 문제점 및 해결책 등 미래형 건물과 지역난방의 공존방안에 관하여 연구하였다.

주관기관	Gagest Inc.
공동수행기관	Dumont & Associates / FVB Energy Inc, Canada / Aalto Inc., Canadian Kamstrup Representative / Kamstrup
수행기간	2008 ~ 2011
연구책임자	Tom Onno
비 고	IEA-DHC 제9기 연구과제

9-4

Distributed Solar Systems Interfaced to a District Heating System that has Seasonal Storage

분야 : 기술 > 신재생 > 응용

연구 개요

- 태양열시스템의 지중열저장기(borehole storage)의 효율 개선을 위한 방법
 - 지중열저장기의 낮은 열교환율을 개선하기 위해 관리시스템 개선 및 다른 시스템의 추가를 통해 지중열저장기의 열저장능력 향상

연구 내용

- 태양시스템의 지중열저장기는 낮은 열교환율로 인해 연간 50% 열손실을 보인다. 본 연구는 지중열저장기 열손실을 줄이기 위해 관리시스템의 개선 및 다른 시스템의 추가에 관해 알아보았다.
- 단기열저장기의 추가, 튜브타입 콜렉터, 바닥난방시스템, liquid-to-aircoil 열시스템 등의 추가는 에너지 절약 및 경제성면에서 유용한 방식이었다. 지중열저장기의 효율을 향상시키기 위해서 이러한 종류의 시스템 추가는 캐나다의 Drake landing solar community에서 시험 운영하였으며, 열회수 온도가 낮아짐에 따라 지중열교환기 열저장율이 더 높아짐을 확인할 수 있었다.

주관기관	Gagest Inc
공동수행기관	Aalto Inc., Canadian Kamstrup Representative / Kamstrup
수행기간	2008 ~ 2011
연구책임자	Tom Onno
비 고	IEA-DHC 제9기 연구과제

9-5

Policies and Barriers for District Heating and Cooling outside the EU countries

분야 : 정책 > 열원 > 응용

연구 개요

- 비유럽 국가의 지역난방 보급 진입장벽에 대한 조사
 - 비유럽국가 13개국의 지역난방 상황 및 지역난방 장점 조사
 - 각 국가별 지역난방 진입장벽에 대한 조사

연구 내용

- 본 연구는 유럽권에 집중되어 있는 지역난방 보급 활성화를 위해 중국, 러시아, 미국, 캐나다, 한국, 동유럽권의 국가들을 대상으로 각 국가별 지역난방 보급상황 및 지역난방의 장점과 국가별 진입장벽에 대해서 논하였다.
- 지역난방 대상국가를 발생, 확산, 강화, 개조의 4가지 카테고리로 묶어서 분석하였고, 특히 발칸반도 국가(보스니아 헤르체코비아, 크로아티아, 세르비아 등)는 따로 묶어서 분석하였다. 지역난방의 장점과 각 나라별 진입장벽을 분석하였으며, 공통적으로 소규모 시스템으로 운영되려하는 점과 재정 열악, 지역난방 공급 무경험 등이 가장 큰 우려점으로 분석하였다.
- 이번 조사를 통해서 “EcoHeat4EU” 프로젝트의 14개 EU 국가들과 13개 비유럽국가에 대한 지역난방 가능성 검토를 통해 전세계 지역난방 프로젝트 95%에 대한 지역난방 보급 전략의 기초자료를 수집할 수 있었다.

주관기관	Energy-AN Consulting
공동수행기관	Energy & Utility Consulting
수행기간	2008~ 2011
연구책임자	Arto Nuorkivi
비 고	IEA-DHC 제9기 연구과제

9-6

Fundamental Benefits of DHC to Society and a Model to Quantify and Evaluate the Benefits

분야 : 정책 > 열원 > 응용

연구 개요

- 본 연구는 지역냉난방의 기본적인 편익을 정량화하고 평가할 수 있는 모델을 개발하여, 정책입안자들이 안정되고 유연한 에너지정책을 수립하는데 있어 집단에너지의 잠재력에 대한 이해를 돕기 위하여 추진되었다.

연구 내용

- 다양한 기후조건과 관련되어 대표성을 띄는 5개 도시(Minneapolis, Seoul, Copenhagen, London, Sacramento)에서 30개의 다양한 집단에너지설비에 대해 1차 에너지 소비량과 온실가스배출량을 11개의 건물냉난방시스템과 비교하였다.
- 본 연구에서 기본적인 편익에 대해 다루었다. 에너지 안전성과 신뢰성에 대한 편익은 매우 특정한 경우로 정량화하기에 많은 어려움이 따른 반면, 집단에너지의 화석연료소비 및 온실가스배출량 등은 정량화하기 수월하여 타 냉난방방식과 비교하는데 유용하게 사용되었다.
- 본 연구에서 수행된 냉난방시스템별 비교분석은 특정 지역냉난방시스템의 타당성을 평가하려는 취지가 아니다. 다만, 정책입안자들에게 기술적인 정보제공을 목적으로 추진되었다는 점을 인지해야 한다.

주관기관	FVB Energy Inc
공동수행기관	BRE-Building Research Establishment
수행기간	2008~ 2011
연구책임자	Mark Spurr
비 고	IEA-DHC 제9기 연구과제

Annex X (2011 ~ 2014)

1. Improved maintenance strategies for DH pipe lines

2. Development of Universal Calculation Model for Primary Energy Factors and CO₂ Equivalents in DHC including CHP

3. Economic and Design Optimization in Integrating Renewable Energy and Waste Heat with DE Systems

4. Towards Fourth Generation DH : Experiences with and Potential of Low Temperature DH

10-1

Improved maintenance strategies for DH pipe lines

분야 : 기술 > 열수송 > 응용

연구 개요

- 본 연구는 운영중인 열배관망의 성능저하 및 잔존수명 예측기법을 제공하기 위해 운영중인 배관망의 특성 분석연구를 통해 유지보수방안 모델을 제시하였다.

연구 내용

- 본연구에서는 지역난방 배관망의 보다 나은 유지보수 계획 수립을 위한 방법 또는 지식 습득을 위하여, 이중보온관 보온재의 노화 메커니즘 연구하고, 현장 운영 중인 자연노화배관 및 시험소 내 인공노화배관의 기술적 상태 (technical status) 취득방법을 개발하였다.
- 본 연구에서 온도조건에 따른 가속노화시험을 통해 보온재 전단강도 하강율을 계산하였으나, 보온재 내 셀가스의 압력과 체적 상승에 대한 상관관계를 밝혀내었다.
- 본 연구에서 개선된 유지보수전략모델은 시험방법을 통해 현재 및 미래의 배관 상태를 예측하고, 유지보수 공사비용, 열손실, 연간 긴급/예방보수의 계획 등을 포함한 유지보수 전략모델 제시하였으며, 자연 Vs. 인공노화 사이의 연관성에 대한 추가 시험을 포함하였다.

주관기관	SP Technical Research Institute of Sweden
공동수행기관	KDHC, Statkraft, IMA
수행기간	2011~ 2014
연구책임자	Nazdaneh Yarahmadi
비 고	IEA-DHC 제10기 연구과제

10-2

Development of Universal Calculation Model for Primary Energy Factors and CO₂ Equivalentents in DHC including CHP

분야 : 기술 > 환경 > 응용

연구 개요

- 본 연구는 강화된 건물규정(EPBD)에 따라 지역냉난방시스템에서의 1차 에너지 저감 및 이산화탄소 배출량을 계산하기 위해 범용적 프로그램을 개발하였다.

연구 내용

- 열 또는 전기 등 최종생산물에 따라 CHP 플랜트 종류 및 열배관 길이 및 상태, 그리고 냉동기 종류에 따라서 1차에너지와 이산화탄소 배출량을 계산하는 프로그램을 개발하였다.
- 본 연구에서 해석방법에 따른 특성도 분석할 수 있도록 6가지 다른 해석방법인 에너지, 전력생산, 엑서지, 대체생산, 200%방법에 따라 해석하여 특성을 분석하였다.
- 본 연구에서 수행된 범용적인 배포를 위해 Matlab으로 계산프로그램을 개발하였으며, 향후 회원국에 배포할 것이다.

주관기관	SINTEF
공동수행기관	KDHC, SP
수행기간	2011~ 2014
연구책임자	Jacob Stang
비 고	IEA-DHC 제10기 연구과제

10-3

Economic and Design Optimization in Integrating Renewable Energy and Waste Heat with DE Systems

분야 : 정책 > 열원 > 응용

연구 개요

- 본 연구는 신재생/폐열 에너지를 지역에너지시스템과 연계시 경제적효과, 효율, 장점의 최대화 추천방안을 개발하였다.

연구 내용

- 본 연구는 신재생/폐열 에너지를 지역에너지시스템과 연계시 경제적효과, 효율, 장점의 최대화 추천방안을 개발하였다. 신재생 및 폐열 에너지원으로는 바이오에너지, 산업폐열, 열병합발전배열, LFG, 태양열, 지열 등을 고려하였다.
- 본 연구에서 주안점은 온도와 활용성을 보았다. 공급 또는 회수 온도의 비교를 통해 온도가 지역난방에 적합한지를 판단하였으며, 열공급 시간 및 계절간 사용가능성을 기준으로 활용성을 평가하였다.
- 이와같은 인자들을 고려하여 사업적으로 효과가 있는지를 판단하였는데, 시스템 용량, 시스템 최적화 가능성, 가격 경쟁력 및 환경오염 저감 등을 판단하여 그 경제적 효과를 평가하여, 각 분야별 적정 시스템을 선정하였다.

주관기관	FVB Energy Inc
공동수행기관	Sweden, Denmark
수행기간	2011~ 2014
연구책임자	Mark Spurr
비 고	IEA-DHC 제10기 연구과제

10-4

Towards Fourth Generation DH : Experiences with and Potential of Low Temperature DH

분야 : 기술 > 열원 > 기초

연구 개요

- 본 연구는 '제4세대 지역난방'이라 불리는 저온 지역난방에 대한 분석하고 향후 제4세대 지역난방 도입에 따른 대응방안을 모색하였다.

연구 내용

- 본 연구에서는 지역난방의 효율을 극대화하고 신재생에너지 활용을 위해서 지역난방 열원은 저온으로 가고 있다. 기존 3세대에서는 섭씨 80도에서 100도로 사용하던 온수의 온도를 그 이하로 낮춰서 사용하기 위한 연구를 수행하였다.
- 온도를 낮춤으로 인해 열손실은 75% 낮출 수 있으나, 배관 관경이 커지고 사용자 열교환기 용량이 커지는 문제점을 가지고 있어, 이를 해결하기 위한 시스템 구성 및 해결방안을 제시하고 있다.
- 따라서, 본 보고서에서는 제4세대 지역난방 사용을 위해 향후 논쟁거리가 될 수 있는 사항들에 대한 해결방안 및 추후 해결해야하는 문제점들을 제시하여, 향후 제4세대 지역난방 도입을 위한 연구방향을 제시하였다.

주관기관	Technical University of Denmark
공동수행기관	Halmstad University, Dresden University of Technology, Scottish&Southern Energy, Building Research Establishment
수행기간	2011~ 2014
연구책임자	Alessandro Dalla Rosa
비 고	IEA-DHC 제10기 연구과제

Annex XI (2014 ~ 2017)

1. Transformation roadmap from high to low temperature district heating system
2. Plan4DE : Reducing greenhouse gas emissions and energy consumption by optimizing urban form for district energy
3. Smart use as the missing link in district energy development
4. Structured for success : Governance models and strategic decision making processes for deploying thermal grids

11-1

Transformation roadmap from high to low temperature district heating system

분야 : 기술 > 열수송 > 응용

연구 개요

- 지역난방 네트워크 시스템 변환 기술을 통해 고온시스템에서 저온시스템으로 변환하기 위한 저온 집단에너지 시스템 기술개발

연구 내용

- 본 연구에서는 4세대(저온) 지역난방 네트워크를 형성하기 위한 로드맵을 제시하고 있다.
- 본 연구의 목적은 향후 집단에너지 네트워크의 변경을 위해 필요한 절차를 제시하였고, 기존 열네트워크망에 대한 공급 및 회수 온도를 줄이기 위한 방법들을 제시하였다.
- 따라서, 결과적으로 지역난방 열네트워크의 나아가야 할 방향을 제시함은 물론 이에 따른 절차를 제시함으로써 효율적인 열네트워크를 구축하는 기반을 마련하였다.

주관기관	Halmstad University
공동수행기관	TU Dresden, BRE, DTU, University of Geneva
수행기간	2014 ~ 2017
연구책임자	Sven Werner
비 고	

11-2

Plan4DE : Reducing greenhouse gas emissions and energy consumption by optimizing urban form for district energy

분야 : 기술 > 환경 > 응용

● 연구 개요

- 집단에너지와 도시계획의 융합 기법을 개발을 통하여 지역에너지 최적화를 통해 온실가스 및 에너지소비 저감을 위한 연구

● 연구 내용

- 본 연구는 도시개발계획 수립에 있어서 에너지소비에 미치는 중요한 인자들을 정리하였다.
- 본 연구를 진행한 목적은 도시개발계획 수립을 결정에 있어 도시개발계획 위원회의 위원들에게 지역난방에 대한 부족한 지식을 정리하여 집단에너지 보급 확대를 할 수 있는 자료를 수립하는데 목적이 있다.
- 따라서 도시개발계획 단계에서 지역난방에 대한 영향을 분석할 수 있도록 소프트웨어를 개발하여 제공하였다.

주관기관	GGLO
공동수행기관	EA Energy Analyses
수행기간	2014 ~ 2017
연구책임자	David Cutler
비 고	

11-3

Smart use as the missing link in district energy development

분야 : 기술 > 사용자 > 응용

연구 개요

- 집단에너지 지능적 사용방법 연구를 통해 효율적인 에너지 활용과 지역난방의 활용범위 확대를 위한 연구

연구 내용

- 본 연구는 지역난방시스템을 사용하는 최종 사용자들에게 도움이 될 수 있는 가정용 에너지관리를 위한 스마트 시스템을 소개하였다.
- IoT 등을 활용하여 최종 사용자가 집단에너지를 효율적으로 사용할 수 있도록 스마트 시스템을 구성하였고, 집안 또는 사무공간 내에서의 인테리어도 고려하여 개발하였다.
- 본 연구를 통한 최종 산출물은 집단에너지를 보다 효율적으로 사용할 수 있도록 도움을 줄것으로 사료된다.

주관기관	Chalmers University of Technology
공동수행기관	Stiftelsen Chalmers Industriteknik, BOID AB, CIT Energy Management AB, Samsø Energy Academy, Goteborg Energi AB
수행기간	2014 ~ 2017
연구책임자	Ulrike Rahe
비 고	

11-4

Structured for success : Governance models and strategic decision making processes for deploying thermal grids

분야 : 정책 > 열원 > 응용

연구 개요

- 집단에너지 확대보급을 위한 각국의 정책 동향 및 전략적 모델 정립 연구로 집단에너지 지속적 확대보급 정책 기반 마련

연구 내용

- 본 연구는 각국의 정책 동향 및 전략적 모델을 수집하여, 앞으로 진행될 집단에너지 사업의 지속적 확대 보급을 위해 수행되었다.
- 또한 각국에서 진행된 집단에너지 보급 정책에 대한 의사결정 과정을 정리하여 다른 국가에서도 진행하는데 도움이 될 수 있도록 정리를 하였다.
- 따라서, 본 보고서에서는 도심 및 비도심 지역에서의 집단에너지 보급을 위한 정책들에 대한 사례와 경험을 중심으로 다른 사업자들이 참고할 수 있도록 전략을 제시하였다.

주관기관	International District Energy Association (IDEA)
공동수행기관	District Energy Development, Grid Kraft, Korea Energy Economic Institute
수행기간	2014 ~ 2017
연구책임자	Laxmi Rao
비 고	

Annex XII (2017 ~ 2020)

1. Effects of loads on asset management of the 4th generation district heating networks

(4세대 지역난방 운영환경이 열수송관 네트워크에 끼치는 영향)

2. MEMPHIS : Methodology to evaluate and map the potential of waste heat from industry, service sector and sewage water by using internationally available open data

(국제적으로 사용 가능한 데이터를 이용한 폐열 활용 방법 개발)

3. Integrated cost-effective large-scale thermal energy storage for smart district heating and cooling

(스마트 지역난방을 위한 효과적인 대규모 열저장 방법 연구)

4. Stepwise transition strategy and impact assessment for future district heating systems

(미래 지역난방시스템에 대한 단계적 전환 전략 및 이에 따른 영향 평가)

5. Sustainable district cooling guidelines

(지속가능한 지역냉방을 위한 지침)

12-1

Effect of loads on asset management of the 4th generation district heating networks

(4세대 지역난방 운영환경이 열수송관 네트워크에 끼치는 영향)

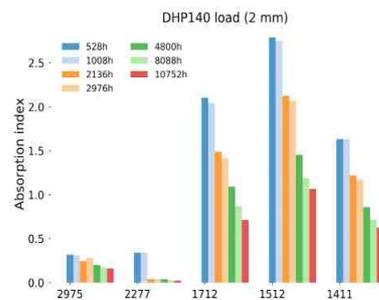
분야 : 기술 > 열수송 > 기초

연구 개요

- 다양한 신재생 열원의 통합과 저온 열공급으로 대표되는 미래의 4세대 지역난방 운영환경에서의 하중 특성 예측
- 하중 특성 변화가 기존 운영중인 이중보온관에 끼치는 기계적/열적 노화 영향 분석 및 새로운 수명측정기술 개발
- 4세대 지역난방(4GDH)에 대비한 열수송관 자산관리 방안 제시

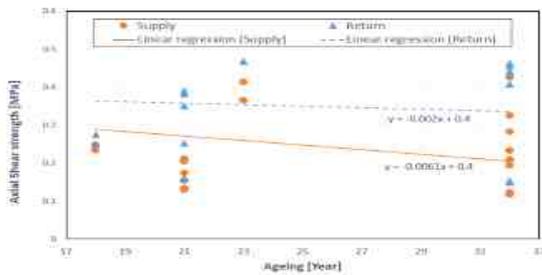
연구 내용

- 현재 및 4GDH 시스템에서의 DH 배관의 피로수명 비교(HCU)
 - 열변동(thermal fluctuation)의 영향을 크게 받는 태양열시스템을 제외한 4GDH 시스템은 낮은 온도수준에 의해 피로수명 상승
- 개선된 열수송관 수명시험기법 개발 및 노화정도에 따른 화학 분석(RISE)
 - 열과 기계적 하중을 동시에 인가하는 가속노화시험기법 개발
 - 가속노화 시험 시편의 FTIR(푸리에 변환 적외선 분광법)분석을 통한 노화정도에 따른 PUR 보온재의 작용기 분석



○ 현장 자연노화 열수송관의 공급온도에 따른 수명평가 수행 및 분석 (KDHC)

- 4개 지사 7개 지역에서 36개의 열수송관 시편을 취득
- 실제 현장에서 20~30년간 자연노화 된 배관 샘플의 전단강도(Shear strength) 및 FTIR분석 결과 비교를 통해 본 연구를 통해 개발된 시험법의 타당성 검증



○ 4세대 지역난방 시스템용 네트워크 설계 및 자산관리 방안 제시(ALL)

- 현 열수송관은 4GDH에서 낮아진 평균온도의 영향으로 피로수명 상승 예상
- 비용효율적 자산관리 및 4GDH 시스템의 경제성 향상 관점에서 배관 재질 변경이나 설계기준 완화 가능성 확인
- 개선된 열수송관 수명예측을 위한 열적/기계적 동시 가속노화시험법 제안

주관기관	HafenCity University (독일)
공동수행기관	Korea District Heating Corporation (한국), RISE (스웨덴), FFI (독일), Fortum (노르웨이)
수행기간	2017 ~ 2020
연구책임자	(주관) Prof. Ingo Weidlich / (한남) 김주용 책임연구원
비 고	IEA-DHC 제12기 연구과제

12-2

MEMPHIS : Methodology to evaluate and map the potential of waste heat from industry, service sector and sewage water by using internationally available open data

(국제적으로 사용 가능한 데이터를 이용한 폐열 활용 방법 개발)

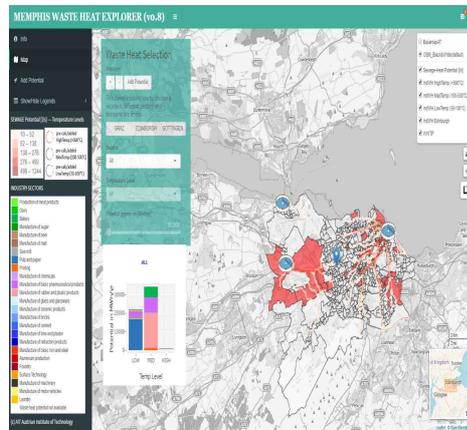
분야 : 기술 > 신재생 > 개발

연구 개요

- 잠재적으로 활용가치가 있는 산업폐열, 하수열 등 열지도를 구축하고 국제적으로 활용 가능한 방법 개발 보급 연구

연구 내용

- 본 연구에서는 도시에 산재된 폐열의 공급 가능성과 타당성을 다루기 위한 방법론을 개발하고 새로운 방법론을 적용하여 독일, 영국, 오스트리아의 도시 대상으로 열지도를 구축하였다.
- 산업 및 서비스 부문의 폐열, 하수폐열의 이용 가능성을 공공데이터를 활용하여 평가하는 일반적인 방법론을 제시하였다.



주관기관	HAWK University of Applied Sciences and Arts Hildesheim (독일)
공동수행기관	BRE (영국), AIT (오스트리아)
수행기간	2017 ~ 2020
연구책임자	Johannes Pelda
비 고	IEA-DHC 제12기 연구과제

12-3

Integrated cost-effective large-scale thermal energy storage for smart district heating and cooling

(스마트 지역난방을 위한 효과적인 대규모 열저장 방법 연구)

분야 : 기술 > 열원 > 응용

연구 개요

- 대규모 지역난방 시스템의 효과적인 운영을 위한 계간축열 등 열저장 방법 및 데이터를 구축하는 연구

연구 내용

- 본 연구는 스마트 지역난방에 비용효율적인 대규모 지하 계간축열(UTES) 이용을 확대하기 위해 데이터 구축 및 분석 도구 개발에 목적이 있다.
- 스마트 지역난방을 위한 대규모 대수층 및 피트 열저장장치 설계 컨셉, 적용 조건, 비용 분석, 기술보유업체 및 실제 프로젝트 사례를 제공한다.
 - 캐나다 York University 대수층 계간축열 지역난방 연구
 - 독일 교외지역 태양 피트 계간축열 연계 지역난방 사례연구
- 지역난방이 늘어나는 재생에너지를 통합하고 최적화를 가능하게하여 전체 에너지 시스템의 유연성을 제공하는데 기여한다.

주관기관	Natural Resources Canada (캐나다)
공동수행기관	PlanEnergi (덴마크), Solites (독일), TESS (미국)
수행기간	2017 ~ 2020
연구책임자	Reda Djebbar
비 고	IEA-DHC 제12기 연구과제

12-4

Stepwise transition strategy and impact assessment for future district heating systems

(미래 지역난방시스템에 대한 단계적 전환 전략 및 이에 따른 영향 평가)

분야 : 기술 > 열원 > 응용

연구 개요

- 미래 4세대 지역난방으로의 변환을 위한 전략적인 방법 및 단계적 전환 계획에 따른 영향을 평가

연구 내용

- 본 연구는 미래 탄소중립 달성을 위한 난방 네트워크에서 가능한 최저 작동 온도를 활용방법과 이용가능한 지역 열원을 통합하는 방법을 제시하였다.
- 구체적으로 온도 수준 최적화 및 이용가능한 신규열원의 사용을 위해 활용 가능한 방안을 평가하여, 건축 부문 조치, 신규 열원의 활용, 에너지시스템 영향 평가를 포함하여 프로젝트의 전반적인 지침을 제공하였다.
- 본 연구결과는 단계적 전환 전략 추진시 설비규모, 열손실 및 신규열원의 가용성에 따라서 지역난방 네트워크에서 지침으로 참고할 수 있다.

주관기관	VTT Technical Research Centre of Finland (핀란드)
공동수행기관	DTU Danish Technical University (덴마크) IVL Swedish Environmental Research Institute (스웨덴)
수행기간	2017 ~ 2020
연구책임자	Miika Rama
비 고	IEA-DHC 제12기 연구과제

12-5

Sustainable district cooling guidelines

(지속가능한 지역냉방을 위한 지침)

분야 : 정책 > 냉방 > 응용

연구 개요

- 지역냉방의 지속가능한 성장을 위해 지역냉방 최신 기술과 현황을 조사하여 이해관계자에게 제공 가능한 형태의 지역냉방 지침을 마련

연구 내용

- 본 연구는 지역냉방 분야 이해관계자를 위해 지역냉방의 특징점, 비즈니스 모델, 타당성 분석, 지역냉방 시스템, 사례연구, 최신 기술개발 현황 등 지역냉방 분야를 총망라 하였습니다.
- 에너지시스템의 유연성 확보와 온실가스 저감에 기여하는 지역냉방의 역할을 국제 수준에서 충족할 수 있는 지역냉방 시스템의 구현을 위한 냉열원과 냉방기술을 조사하여 사업자가 활용할 수 있도록 제공합니다.

주관기관	R2M Solution Srl (이탈리아)
공동수행기관	VTT (핀란드), SCUT (중국), Devcco (스웨덴)
수행기간	2017 ~ 2020
연구책임자	Marco Calderoni
비 고	IEA-DHC 제12기 연구과제