

地域暖房計劃의 基本과 經濟原則*

編輯委員會

序 論

덴마크에서는 化石資源이 없기 때문에 主要에 너지의 98%를 輸入하고 있다. 이러한 石油에 對한 높은 의존성때문에 어떠한 價格으로서나 石油에 에너지를 使用하지 않을 수 없다.

1973年 OPEC가 원유의 輸出制限을 斷行함으로 인하여 여러 産業國家들이 危機에 봉착했다. 그러나 덴마크에서는 훨씬 이전에 이미 에너지 需給에 申중을 기하고 있었으며 더우기 40여년 동안 地域暖房方式을 계속 活用하고 있었다. 오늘날 덴마크의 地域暖房은 $\frac{1}{3}$ 이상의 國民에게 惠澤을 주고 있다. 그들은 이러한 地域暖房方式을 暖房이나 温水를 얻기 위한 經濟的 이고도 믿을 수 있는 方法이라 생각하고 있다. 사실 북유럽 인접국가를 포함한 많은 나라들이 덴마크의 蓄積된 地域暖房 技術에서 點을 찾고 있다. 이 글은 덴마크에서의 地域暖房方式의 長點만을 말하려는 것은 아니다. 그 외에 각각의 나라 나름대로의 地域暖房方式 開發을 爲해 덴마크의 地域暖房을 참고로 하기 爲한 것이다. 大氣로 放出되는 과잉에너지나 過熱된 冷却水의 形態로 버려지는 과잉에너지를 利用하려고 하는 點에 있어, 地域暖房이라는 것은 實質的 이고도 좋은 方法이다. 더구나 制限되어 있는 세계의 石油資源을 생각해 보면 더욱 그렇다. 다른 새로운 事業과 마찬가지로 地域暖房事業은 앞으로의 需要나 熱有用性의 評價와 같은 調查를 包含하는 市場調查로 부터 시작된다. 地域暖房計劃의 領域은 앞으로의 地域暖房장치 擴張에 대한 許容能力과 關聯된 機械類의 不足과 같은 潛在的인 면에 대한 計劃도 또한 包含되어야 한다.

地域暖房裝置는 세가지로 나뉘어지고 있다. 熱發生裝置, 熱傳達水管 그리고 住宅이나 建物の 個別的인 設備裝置이다.

地域暖房이라는 것은 따지고 보면 熱輸送의 한 方法이다. 덴마크에서는 媒體로써 温水를 使用하고 있다. 主管 温水의 낮은 溫度는 住宅이나 建物の 개개의 設備裝置와의 직접적인 連結도 可能하게 해 준다.

덴마크의 地域暖房裝置는 210°F(99°C)이하의 低溫의 温水로 運轉된다. 그리고 主管과의 直接的인 連結은 다른 熱傳達裝置에 比하여 이裝置의 디자인을 간단하게 해준다. 再循環이 없는 直接的인 連結로 인하여, 개개의 暖房設備에 温水循環을 增進시키기 위한 펌프를 부착시킬 必要가 없다. 이러한 것은 設備의 簡小化와 運轉費를 點하게 해준다. 더우기 直接連結함으로써 보다 나은 효율을 얻을 수 있고, 許容될 수 있는 溫度此를 增加시킬 수 있으며, 보다 작은 파이프를 使用하여 温水의 흐르는 양을 적게 할 수 있음으로써 熱損失을 적게 할 수 있다. 어떤 裝置가 設置되어야 하는 條件은 그 建物內의 사람의 活動種類와 建物の 機能에 따라서 달라진다. 地域暖房裝置는 暖房과 冷房의 두가지 要求를 充足시켜 준다. 여름철의 冷房을 爲하여 吸收式 器를 地域暖房裝置에 附着시킬 수 있다. 製作者들은 210°F(99°C)이하의 温水에 對한 吸收式 器를 設置할 수 있으며 그러한 器는 入口溫度보다는 60~70°F(16~21°C) 정도 낮은 出口溫度를 가져야 한다.

地域暖房裝置에 附着된 冷房裝置의 影響

처음 그림 1은 地域暖房裝置와 冷房裝置와의

* M. Larsen, Danish Board of District Heating Symposium, April 1979.

連結狀態를 나타내고 있다.

그림 2에서 보는바와 같이 溫水溫度에 基礎를 두고 볼 때, 여름철의 최고에너지 負荷가 겨울철의 최고에너지 負荷의 절반 밖에 안된다고 생각하면 冷房裝置 附着은 겨울철과 여름철의 負荷에 따른 파이프의 크기에 대하여 거의 영향을 끼치지 않는다. 효율적인 파이프의 크기는 供給主管에서의 溫度가 120~200°F (49~93°C)이고 迴水主管에서의 溫度가 100°F (38°C)미만인 溫度 變化에 密接하게 關係되고 있다. 이 例는 冷房을 爲하여 溫水裝置에 設置된 吸收式 熱러를 보인 것이다.

그림 3은 冷房 뿐만 아니라, 가정용온수나 暖房을 爲하여 單獨住宅에 完全하게 設置된 裝置를 보여주고 있다.

地域暖房의 熱負荷

그림 4는 熱負荷의 持續的인 시간을 나타내는 典型的인 曲線이다. 熱負荷의 持續的인 時間은 1년에 8760시간이며 100%의 熱負荷는 需要의

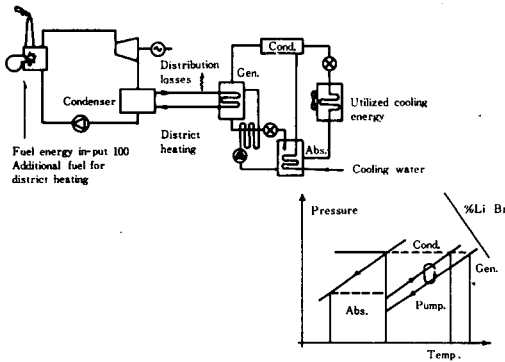
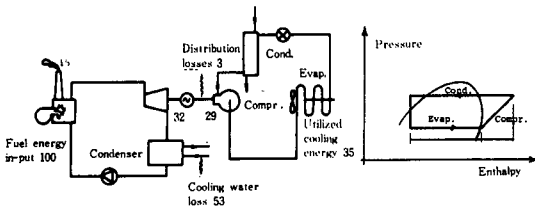


그림 1.

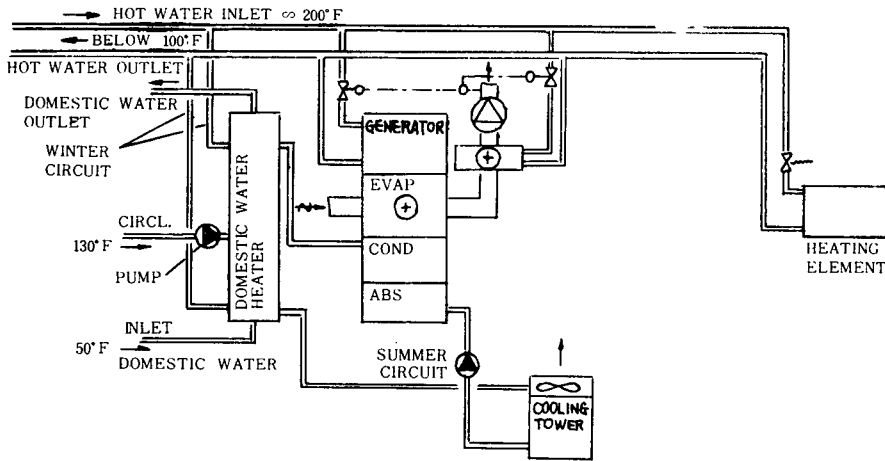


그림 2.

피크를 이루는 것이 된다. 실제의 최고 熱需要는 設備熱量으로 계산된 값 보다는 작다. 住宅이나 建物에서 利用하는 熱負荷는 계산된 熱需要의 總計이며 그 속에는 配管設備에 따른 熱損失이 있는데 그 熱損失의 外氣設計 溫度는 10°F (-12°C) 이다. 그림 4의 曲線 아래에 있는 면적은 1년간의 總 熱消費를 나타내고 있

다. 이러한 熱消費는 극대 열수요인 3642시간의 배수로서 나타낼 수도 있는데 덴마크에서는 이런 극대의 열수요가 계산된 總 熱需要의 50~60% 사이에서 변화되고 있다. 왜냐하면 그림 5에서 보여진 曲線처럼 모든 계산에는 그 계산 나름대로의 要因이 나타나기 때문이다. 이 要因에 관해서 특수한 配管形象에 기초를 둔 많은

그림 3.

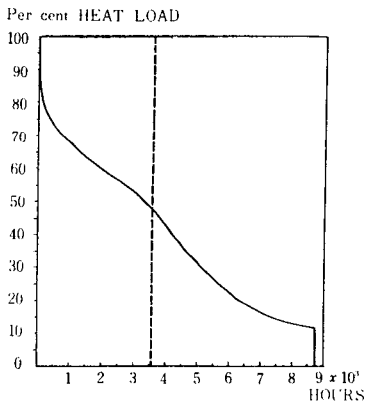
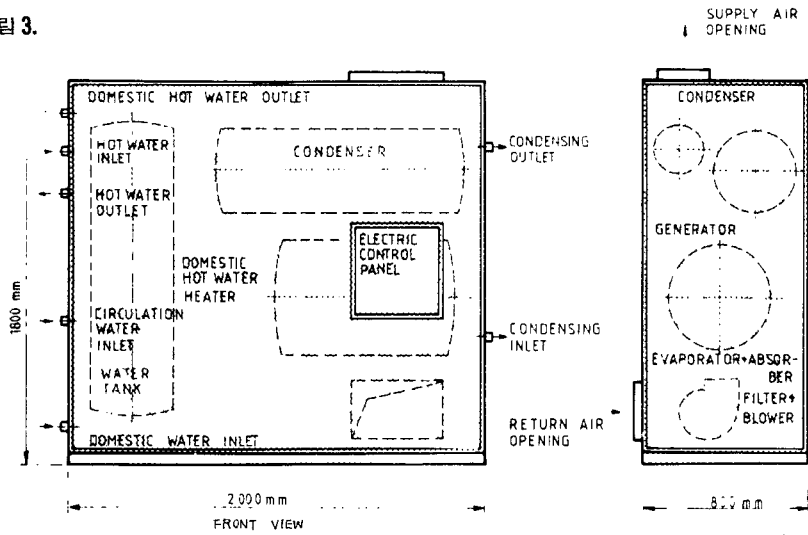


그림 4.

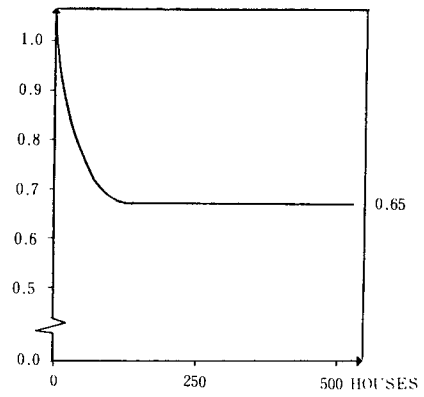


그림 5.

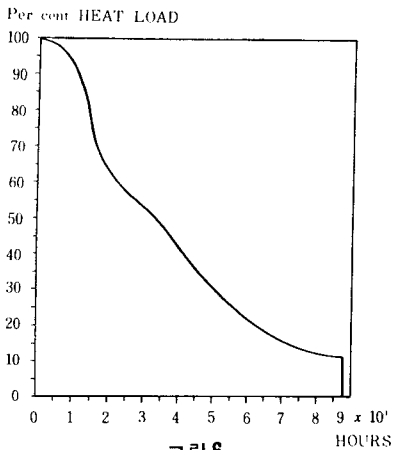


그림 6.

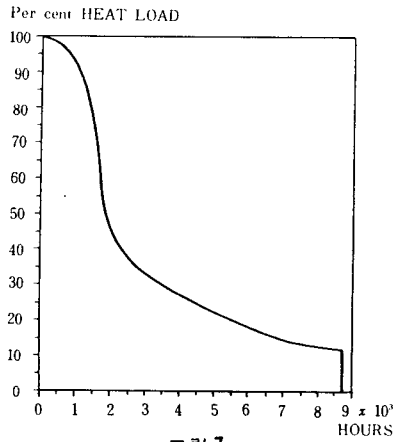


그림 7.

研究가 되어 있다. 실제의 최고 熱需要와 계산된 總 熱需要와의 차이는 결국 次期利潤으로서 看做된다. 현재의 熱消費는 항상 계산된 熱消費

보다 낮은 편이다.

그림 6은 그림 4의 곡선에다가 冷房에 필요한 여름철의 熱需要를 더한 것을 나타내는데, 이와

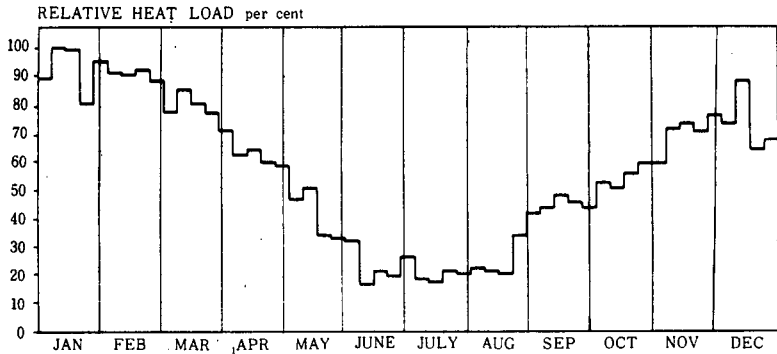


그림 8.

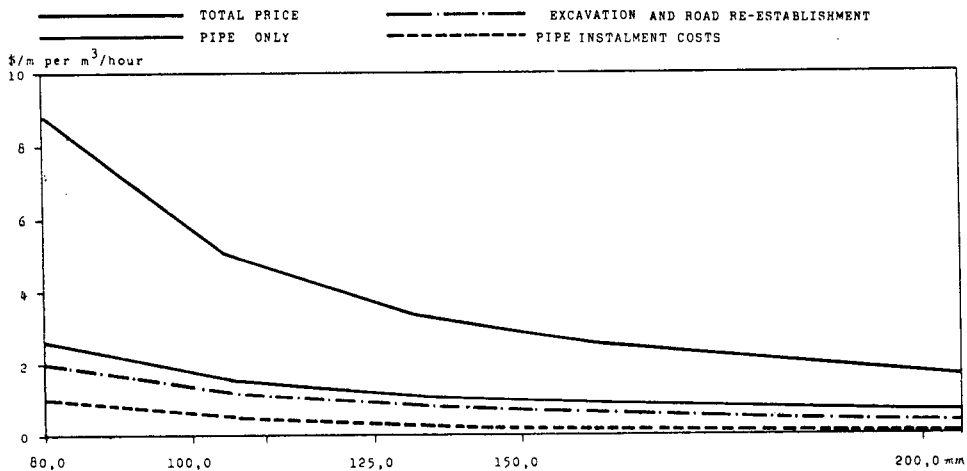


그림 9. A : Inside Diameter millimetre
B : Inside Diameter inches

같은 곡선이 생길 수 있는데 필요한 假定은 여름철의 熱負荷가 파이프의 크기에 영향을 끼치지 않는다는 것이다. 다른 말로 표현하면 여름철의 溫水의 流量은 겨울철의 極大 熱需要에 필요한 流量과 같은 量이라는 것이다.

그림 7은 여름철의 에너지 수요가 겨울철의 최고에너지 수요보다 될 때에 일어날 수 있는 持續時間을 나타내는 曲線이며, 그러한 때에는 配管設備의 熱 效率이 감소한다는 것을 나타내고 있다. 한 해의 熱消費는 두가지로 나뉘어진다. 첫째는, 外氣溫度에 관련된 熱消費이며, 둘째는 外氣溫度와는 관계없는 熱消費이다. 여기에서 外氣溫度와 관계없는 熱消費라는 것은, 가정용 給水를 가열한다든가 또는 배관설비에서의 熱損失을 意味하는 것이다. 이러한 外氣溫度와 관계없는 熱消費는 그 持續曲線에 있어서 오

편에 있는 거의 수직인 부분에 해당된다. 일반적으로 덴마크에서는 배관설비에서의 熱損失이 한 해 消費의 15~25%에 달한다. 主管의 溫度가 낮으면 낮을수록 熱損失은 增加될 것이며, 가정용 給水의 加熱에 使用되는 熱消費는 한 해 熱消費의 10%를 차지하고 있다. 따라서 外氣溫度에 관계없는 消費는 極大 熱負荷의 10~12%에 相當하는 消費 中에 25~35%를 차지하고 있다.

그림 8은 일년중에 月과 週의 關係로 熱消費를 보여 주고 있다.

人口密度의 影響

地域暖房裝置에 있어 不變價格이 總價格에서 차지하는 比重이 상당히 높으므로 에너지價格은 基本的인 가정의 變化에 따라 敏感하게 變한다.

가장 重要한 經濟的 要因은 人口密度이다. 初期의 主要 投資는 熱損失과 마찬가지로 人口密度가 낮으면 낮을수록 增加하며 人口의 成張率이 낮을수록 역시 增加하게 된다. 이러한 사실은 裝置를 設備하기에 앞서 지역 나름대로의 開發條件을 알아야만 한다는 것을 보여 주고 있다.

그림 9는 파이프의 크기에 따른 배관장치의 初期價格 分布를 나타내고 있다. 그것을 보면 熱傳達 裝置를 設備하기 위한 가격이 파이프의 크기에는 거의 영향을 끼치지 않는다는 것을 알 수 있다.

어떤 地域暖房의 配管裝置設計에 있어서, 主要價格과 全體에너지 價格과의 관계는 단위면적당 入口密度에 밀접하게 연관되어 있다. 人口密度가 增加함으로써 에너지 價格은 감소하게 되며 따라서 에너지 價格은 人口密度, 엄밀하게 말하자면 住居單位 密度에 상당히 크게 의존하고 있다. 人口密度가 높으면 높을수록 價格은 저렴하게 된다. 그러나 新開發地區와 舊開發 地區의 높은 人口密度를 똑같이 생각할 수는 없다. 따라서 舊開發地區에 있어서 이미 完成된 道路아래로 配管設備을 한다는 것은 新開發地區의 設備價格보다도 훨씬 더 많이 소요되므로 바로 여기에 문제점이 있다. 따라서 이런 관할 구분의 어려움이 보다 저렴한 價格으로 에너지를 需給하자는 地域暖房의 目的에 장애가 된다.

덴마크에서는 단독주택의 新開發地區는 ha당 9~10 채인 住居密度를 가지고 있다. (약 acre당 3~4의 단독주택에 해당) 다시 말하면 Km²당 2000~2500人 이나 m²당 5000~6000人 에 해당된다.

아파트나 業務用建物에 있어서는 熱需要의 密度가 훨씬 더 높으므로 地域暖房에 대한 不變主要價格을 낮출 수가 있다. 덴마크에서는 住居地域의 m²당 평균 최고 熱需要는 약 52W에 해당된다. 물론 配管裝置에 있어서는 熱損失이나 가정용 溫水를 加熱하기 위한 熱損失도 包含하고 있다. 1年間의 全體 使用量은 m²당 200~250W에 달한다.

그림 10은 地域暖房 計劃의 일부인 배관설비

를 하기 위한 價格과 전체적인 人口密度와의 관계를 보여주고 있다. 아주 낮은 人口密度는 價格에 커다란 충격을 주는 것은 特記할 만한 일이다.

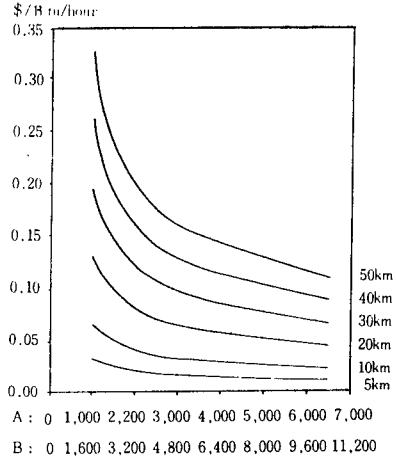


그림 10. A : Connected Load 0.172 MW/hectare
B : Connected Load 0.107 MW/hectare

配管設備 價格

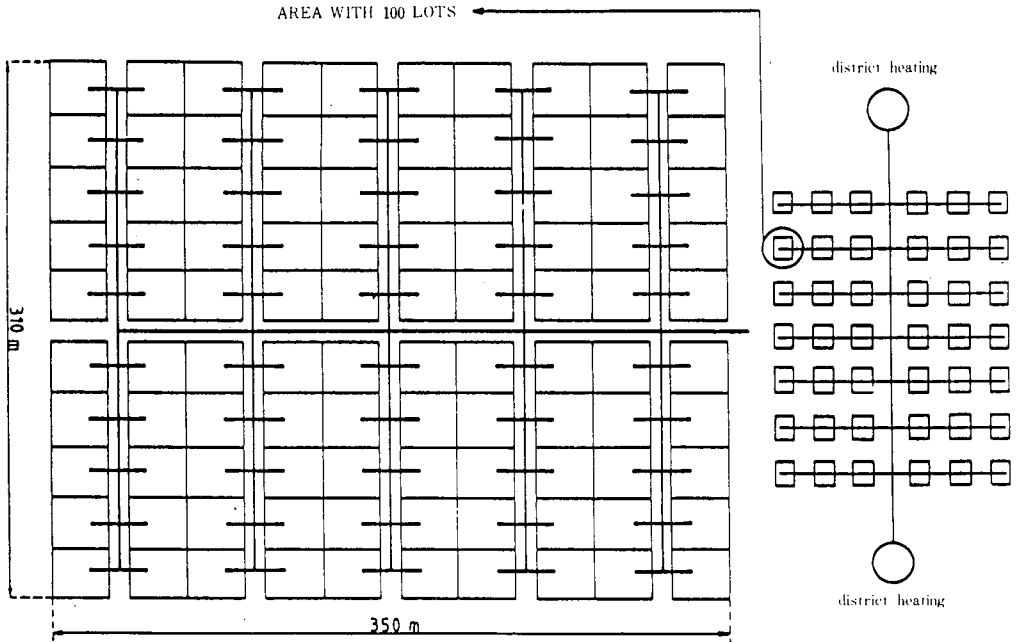
1977년 덴마크 地域暖房 配管協會에서는 보다 낮은 熱負荷密度를 가지고 있는 區域에서 地域暖房 配管裝置를 設備하는 價格에 관한 調査研究을 行하였다. 그 調査는 한 區劃당 100채의 주택이 있는 42개의 區劃을 설정했다. 다시 말해 4200채의 단독주택에 관한 모델타운에 기초를 두고 있다. 그림 11에서 그 모델을 보여 주고 있다. 전체면적은 462ha이다.

이 調査는 서로 다른 두개의 熱負荷密度를 보여주고 있다.

A. 家口當 熱需要는 18600W(63400Btu/h)로서 0.172MW/ha의 負荷密度에 해당된다.

B. 家口當 熱需要는 11600W(39600Btu/h)로서 0.107MW/ha의 負荷密度가 해당된다.

모든 價格에 관한 資料는 기준년도를 1977년 10월로 하였다. A條件下에서는 MW당 初期價格이 U.S.\$190000이고 B경우는 U.S.\$275000이다. 주어진 熱需要에 대한 熱傳達거리는 A에서 예를 든 것보다 B에서 예를 든 것이 60% 정도 더 길다. 한 區劃當 초기가격은 U.S.\$3500에서 \$3200 사이에서 변화되며 이 수치는 예 A에서 U.S.\$3200이고 예 B에서 U.S.\$2900인



Town of single-family houses consisting of 42 areas with 100 lots per area.

그림 11.

ha당의 초기가격에 관련되어 계산된 것이다. 이와같은 사실은 送水管을 設置하기 위한 初期價格이 주어진 熱需要의 평균 傳達거리에 依存하고 있는 것을 나타낸다.

이 모델에서 총 파이프 길이는 74.5Km이다. 여기에는 主管으로 부터 주택으로 連結되는 파이프의 거리는 제외되어 있으나, 예 A나 B에서 計算된 價格은 이러한 부수의 파이프 길이도 계산에 넣은 것이다. 配管設備에 관한 초기價格

은 특별한 자료로부터 평균價格에 基礎를 두고 계산되어 진다. 이 조사에서는 9개의 地域暖房 스테이션이 있고 3개의 工場이 包含되어 있다.

補溫파이프를 設備하는데 대한 價格의 수집된 데이터의 변화는 그림 12에 나타나 있으며 평균價格은 그림 13에 나타나 있다.

新開發地區에서는 초기價格이 10~15%정도 減감된다. 送水管이 도로가 생기기 전에 설치되어 진다면 먼 전달거리와 局部地域을 除外하고는 에너지 價格이 보통 Km²당의 全體人口에 따라 變한다.

PRICES FOR INSTALLED DOUBLE PIPE (Pre insulated tubes) 1977. 10. 01-12 replay \$-x 10⁶ per km

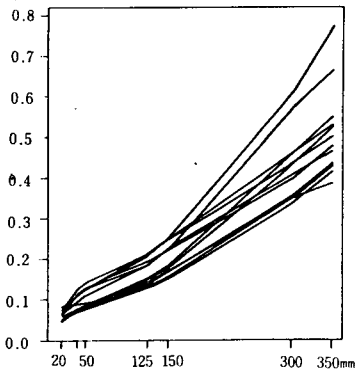


그림 12.

AVERAGE TOTAL PRICE

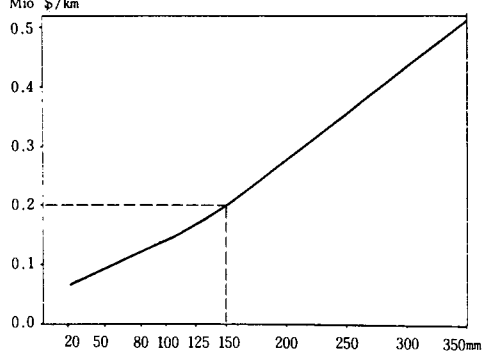


그림 13.

처음부터 道市全體를 地域暖房시스템으로 하여 그 혜택을 주는 것을 계획할 必要는 없다. 그러나 地域暖房 취득권이 排除되는 것을 피하기 위하여 임시 方面으로서 通常의 熱發生工場을 가지는 區域에 대하여 地域暖房을 시작할 必要는 있다. 이러한 일은 送水管이 經濟적으로 設置될 수 있고, 送水管이 보다 큰 중앙집중식 暖房工場으로 連結되어질 때 보다 앞서 이루어져야 한다.

低溫運轉의 利點

工場廢熱과 다른 값싼 에너지도 종종 低溫에서 有用하게 使用된다. 暖房과 發電을 겸비한 시스템은 에너지절약과 보다 나은 熱力學的 효율을 얻을 수 있다.

발전을 겸비한 地域暖房裝置에 있어서, 가장 可能한 經濟的인 측면은 地域暖房 供給 主管의 溫度가 그림 14에서 보여진 바와 같이 가능한 한 낮게 유지되는 것이 가장 重要한 측면이다.

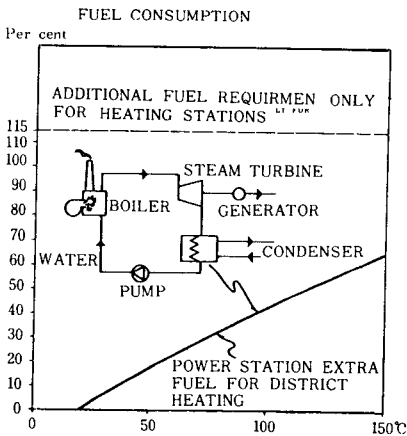


그림 14.

발전과 겸비한 地域暖房시스템의 供給主管 送水 溫度가 더 낮아진다면 에너지의 실질적인 절약을 얻을 수 있다. 供給主管의 물의 溫度가 300°F (150°C)에서 200°F (95°C)까지 낮아진다면 발전과 暖房을 겸비한 시스템에 부과되는 연료비는 약 60%까지 감별되어질 것이다. 이 때 더 어빈은 이러한 溫度 範圍에서 運轉되도록 製作 되어야 된다.

蒸氣대신에 溫水를 使用하는 利點은 전기회로와 난방회로가 분리되어 진다는 것이다. 발전과 地域暖房을 겸비한 시스템으로 얻어지는 에너지 절약은 다른 溫度範圍에서는 어떤 設備 價格이 必要한가를 서로 비교하는 것이 重要하다.

經濟的 觀點으로나 에너지資源에 대한 考察로부터 살펴보면, 發電所에서 消費者에게로 供給되는 熱의 가장 可能한 낮은 溫度를 發見하는 것이 굉장히 重要한 일 임은 말할 必要없다.

地域暖房의 補給

地域暖房에 대한 政策은 대부분의 경우에 있어서 暖房領域 안에 있는 모든 建物에 혜택을 주도록 考안되어 져야 하는점을 要求하고 있다. 그러나 이런 建物의 상당한 比率이 地域暖房 使用를 선택치 않는다면 經濟的 則面을 다시 考慮해야만 한다.

計劃된 暖房地域의 50%이하로 우선적으로 地域暖房을 시도한다면 대부분의 경우에 있어 바람직하지 못한 일이며, 裝置를 設置하기 앞서 經濟的 均形과 不均形한 要素를 찾는 것이 重要한 일 이 된다. 地域暖房을 겸비한 發電所를 設置하기 위한 初期價格은 1977年 末을 基準으로 Mio Btu당 U.S\$15,700 (U.S \$ 50000 MW)이다. 地域暖房을 위한 全體設備과 發電所를 使用하는 운전비와 유지비는 MW당 US\$ 3.5 (U.S \$ 1.0 per Mio Btu per hour consumption in a year)이다.

앞으로의 에너지供給 展望

에너지 保存과 폐열이용의 可能性을 考慮함으로써 實質的 節約은 현실화 될 수 있다. 地域暖房은 變動 심한 에너지資源에 대한 가장 훌륭한 대비책이다. 中央集中式 地域暖房을 위한 발전소에서는 단독 주택이 개별적으로 얻을 수 있는 에너지 효율보다 더 높은 효율을 얻을 수 있다. 不變價格이 可變價格보다 우세하기 때문에 比較할 만한 에너지價格은 평균효율과 연료價格 變化와의 차이에 대단히 민감한 반응을 나타낸다.

부가적인 에너지節約은 地域暖房의 미래투자

에 必要한 資本을 提供할 수 있다.

앞으로의 에너지價格變動에 대한 對備策

地域暖房의 財政的 計劃에 있어서 앞으로의 원유가격 인상이 인플레이션을 초과할 것이라고 보고 있다. 따라서 地域暖房을 시도하려는 사람들은 더욱 높은 初期 設備價格에 直面하게 될 지 모르지만 전체적인 에너지 有用性을 따져볼 때, 地域暖房이 커다란 利點을 가지고 있기 때문에 設備價格에 지금처럼 민감한 반응을 보이지 않을 것이다. 다시말하여 收支打算이 맞다는 것이다. 그리고 그러한 設備는 發電設備와

地域暖房을 위한 設備를 모두 包含하고 있다.

스웨덴 건물에 관한 연구보고서 No.R17, 1976 의 ACGP 시스템에 따른 울프 제네포(Ulf Järnefor)의 잇점 계산에 근거를 두고 가능한 年中에너지 節約을 계산하여 그림 15 와 16에 나타내고 있다.

개인적인 관점이나 정책적인 經濟的 觀點에서 볼 때 상당량의 보상이 따른다. 그 곡선들에 의하여 地域暖房에 대한 근사적인 運轉費를 計算할 수 있으며, 地域暖房의 팽창에 있어서의 투자에 따른 經濟的 利點도 計算할 수 있을 것이다.

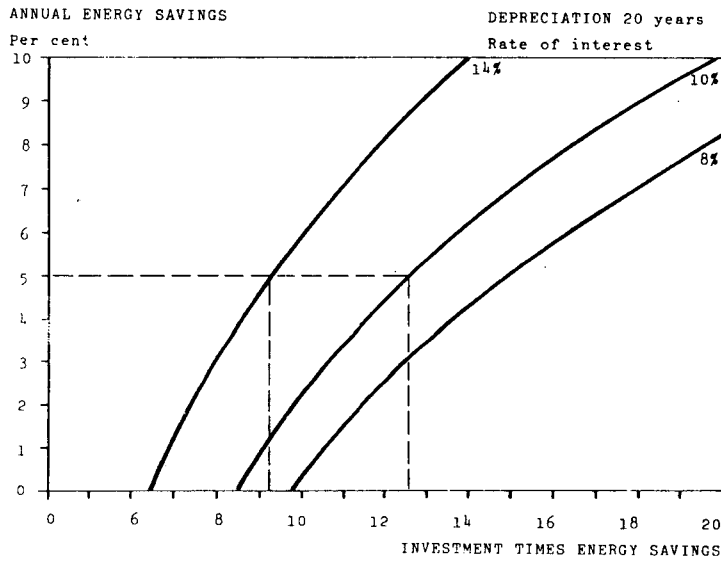


그림 15.

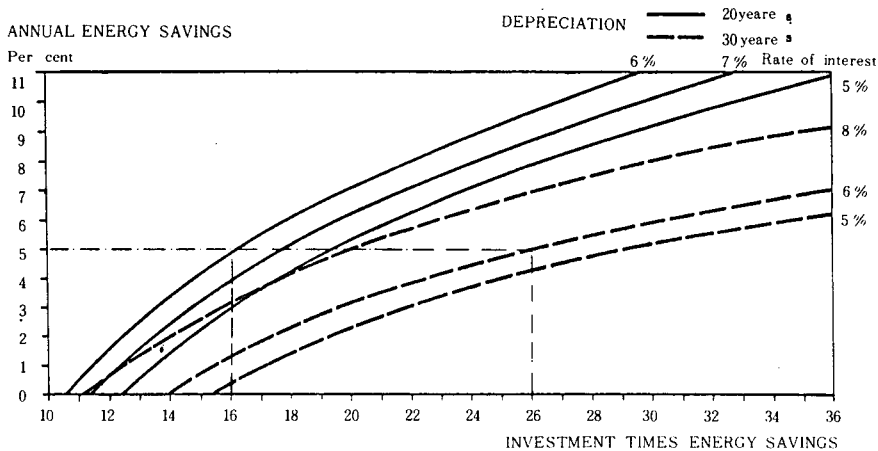


그림 16.

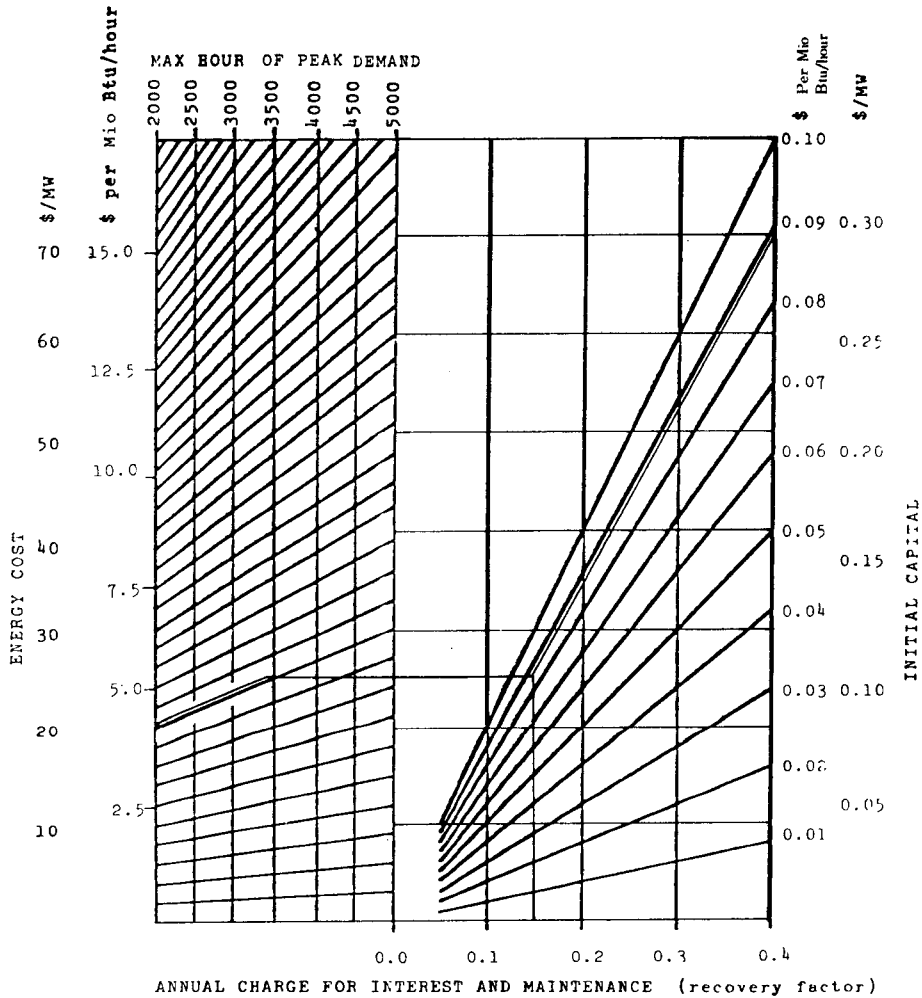


그림 17.

그림 17은 利率에다 유지비의 變化를 더한 것에 대한 에너지價格의 變化를 보이고 있다. 덴마크나 스칸디나비아 반도나 유럽에서는 地域暖房을 위한 대부분의 발전소가 이윤없이 운전되고 있다. 그럼에도 불구하고 地域暖房에 대한 재정적 투자를 한다는 사실은 制度的 政策的인 많은 問題點을 내포하고 있다.

地域暖房은 設置價格이나 이윤율의 變化에 아주 민감한 에너지價格을 야기시키기 때문에 보다 튼튼한 자본이 필요하다. 地域暖房 設備를

하기 전에 財政的 問題나 부수적인 많은 장애를 극복해야만 한다.

結 論

地域暖房은 앞으로 소비자에게 보다 값싼 熱 에너지를 供給할 것이라는 것과 再生産할 수 없는 에너지資源에 대한 부수적으로 개선된 利用을 하게 하는 잠재적인 면을 提供하게 될 것이다. 低溫 地域暖房의 利點은 다른 여러 나라의 暖房計劃에서도 큰 역할을 할 수 있을 것이다.