



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



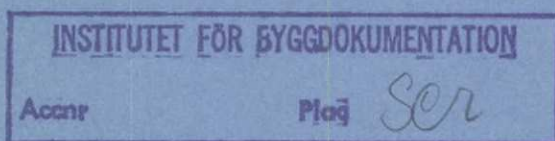
**Rapport**

**R79:1983**

**Borrhålslager i berg för spill-  
värme från processindustrin  
i Munksund**

**Förstudier**

**Anders Forsén**



*K  
And*

R79:1983

BORRHÅLSLAGER I BERG FÖR SPILLVÄRME FRÅN  
PROCESSINDUSTRIN I MUNKSUND

Förstudie

Anders Forsén

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag  
811012-6 från Statens råd för byggnadsforskning  
till Piteå Energiverk AB, Piteå.

I Byggforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

R79:1983

ISBN 91-540-3972-X  
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm  
LiberTryck Stockholm 1983

## INNEHÅLL

FÖRORD .....	5
SAMMANFATTNING .....	7
1. INLEDNING .....	11
1.1 Utredningsförutsättningar .....	11
1.2 Utredningens uppläggning .....	11
1.3 Energiförsörjning - ett primärbehov för samhället .....	12
1.4 Kommentarer till utredningsmaterial ..	16
2. BORRHÅLSLAGER I BERG FÖR SÄSONGS- LAGRING AV VÄRME .....	17
2.1 Värmelagring, en del av ett spillvärme- baserat energiförsörjningssystem ....	17
2.2 Systemval .....	17
2.3 Möjligheter och begränsningar för system med värmelager .....	20
2.4 Värmelager i Munksund .....	21
2.5 Rekommendationer .....	22
2.6 Värmelagring med tillhörande system ..	24
3. BERÄKNINGAR OCH ANALYSER .....	25
3.1 Värmeunderlag .....	25
3.2 Anläggningskostnader och systemval ...	26
3.3 Kalkylsammanställning .....	29
3.4 Jämförelsetal .....	30
3.5 Kostnadsposter .....	32
3.6 Känslighetsanalys .....	34
3.7 Årskostnadsjämförelse .....	35
4. BILAGOR .....	36
4.1 Kartbild över område för värmelager med tillhörande värmeunderlag .....	36
4.2 Spillvärmekulvert från SCA Munksunds pappersbruk till lagerområde .....	38
4.3 Geologisk kartbild över lagerområde ..	39
4.4 Systemets varaktighetskurva .....	40

5.	REFERENSMATERIAL .....	43
5.1	Morgondagens energi - Ett utdrag av rapport nr 50 från DFE .....	43
5.2	Oljereduktionsplanering ett faktaunderlag .....	61
5.3	Varaktighetsdiagram för energiförbrukning .....	85
5.4	Energiförsörjning 1982 i Piteå kommun - En sammanfattning .....	88
5.5	Borrhålslager i berg för värmelagring.	
5.6	Lager och förordningar i samband med anläggningar för energianvändning och värmeproduktion .....	99
5.7	Kostnader och arbetsmoment för projektering av lagerområde .....	103
5.8	Litteraturhänvisning .....	105

FÖRORD

Piteå Energiverk AB har gett Industriplanering Anders Forsén i uppdrag att utreda förutsättningarna för ett system för värmeförsörjning till bebyggelse där ett borrhålslager i berg för säsonglagring av värme ingår.

Utredningens uppläggning följer rekommendationerna i SIND 1981:8.

En jämförelse med andra former för energiförsörjning till bebyggelse kan därför göras direkt från detta material förutsatt att likartad utredningsuppläggning användes.

Vid utredningen har medverkat:

Bo Nordell  
Högskolan i Luleå, avdelning vattenteknik.

Sören Hermansson och Sören Grönlund  
NAB Konsult, Piteå.

Tord Nyström  
med personal vid Piteå Energiverk AB.

Klas Löfgren  
SCA Munksunds pappersbruk.

Utöver de direkt medverkande vill vi tacka personal hos Luleå Energiverk AB, Allmänna Ingenjörbyrå, SSAB Luleå, SCA Teknik AB Sundsvall, Umeå Energiverk AB och Svenska Energi System AB för deras bidrag till denna utredning.

Piteå september 1982

Industriplanering

Anders Forsen  
Projektledare





## SAMMANFATTNING

VÄRMELAGER I BERG AV BORRHÅLSLAGERTYP, ingående i ett system för värmeförsörjning mot bebyggelse:

- KAN DET KONKURRERA MED ANDRA SYSTEM?
- HUR SKALL DET UTFÖRAS?
- VAD KRÄVS FÖR UPPFÖRANDE AV ANLÄGGNINGEN?

I Piteå kommun finns två pappersbruk som kan leverera spillvärme för en laddning av ett lager under sommarhalvåret. Denna förundersökning visar de beslutsunderlag och värderingar som ligger till grund för en bedömning av olika systems fördelar och möjligheter att konkurrera.

### TILLGÅNG PÅ VÄRME

Tillgång på värme i form av kylvattenutsläpp finns i stora mängder från t.ex en cellulosaindustri. Överskottet är störst under sommarhalvåret.

### VÄRMELAGER

Värmelager är en förutsättning för att processindustrins överskott på värme under sommartid skall kunna lagras och användas för uppvärmning av bebyggelse under vinterhalvåret.

### INTEGRERADE SYSTEM

Högvärdig energi i form av el, olja, biobränslen reserveras för behov i högtemperaturområdet inom industrin. Energin användes för produktion av högtrycksånga, kemiska processer osv.

Sekundärvärme/spillvärme som fås som en "avfallsprodukt" från industrin användes för att täcka delar av värmebehovet i bebyggelse.

Ett system av detta utförande utgör ett exempel hur värmeförsörjning och industri kan integreras.

Med stigande energipriser och krav på att minimera kostnader i ett samhälle kommer en utveckling av sådana integrerade system att bli föremål för ett allt större intresse.

## SAMPLANERING

Samplanering mellan industri och kommuner erfordras om integrerade system som tillvaratar möjligheterna till effektiv energianvändning skall komma till stånd.

## FJÄRRVÄRMESYSTEMETS UTBREDNING

Fjärrvärmesystemets utbredning och användning av spillvärme från industrin är starkt beroende av avståndet från värmekällan till värmeförbrukarna, samt yttätheten på förbrukarna angivet som kW per kvadratmeter.

## PITEÅ ENERGIVERK AB

Piteå Energiverk AB (här kallat Energiverket) får stor del av sitt energibehov för leveranser till centrumbebyggelsen täckt av spillvärme från en i nära anslutning till centralorten belägen cellulosaindustri.

(ASSI, Lövholmens Bruk levererar ca 100 GWh fjärrvärme/år). Energiverket och Piteå kommun har goda erfarenheter och tradition av att samordna sina insatser med i kommunen befintlig industriell verksamhet.

SCA, Munksunds pappersbruk (här kallat SCA) är belägen söder om Piteå kommuns centralort. Även från denna anläggning finns möjlighet till värmeleveranser till energiverkets abonnenter.

## UTREDNINGSRISULTAT

Värmelagring av spillvärme från processindustrin är ett konkurrenskraftigt alternativ till olja för värmeförsörjning till bebyggelse. Se avsnitt 3.4, 3.5 och 3.7.

## REKOMMENDATION

Projektera och uppför ett värmelager i berg enligt borrhåls-lagerprincipen.

Värmetillförsel till lagret har föreslagits ske från SCA.

Värmeleveranserna till lagret kan även ske från ett utbyggt befintligt fjärrvärmenät anslutet till ASSI. Valet av värmeleverantör är dels beroende av vilket systemalternativ man vill testa, dels beroende på långsiktiga utbyggnadsplaner och kostnader som blir för de olika alternativen. En detaljprojektering bör ge svar på vilket alternativ som är att föredra.

Energiverket har inom sitt ansvarsområde möjlighet att jämföra system med olika utförande för energiförsörjning. Härigenom kan en allsidig belysning av ett nytt systems för- och nackdelar erhållas.

En detaljprojektering och uppförande av här föreslaget system, bör därför kunna få en så allsidig belysning, att erhållet resultat kan användas som ett generellt material för framtida val av energiförsörjningssystem mot bebyggelse. Ett allmänt stöd från myndigheter bör därför kunna motiveras.

Genom att ett värmelager detaljprojekteras och uppföres i Piteå kan här redovisat utredningsmaterial bekräftas eller dementeras.

## REFERENSER

Material utgivet av Delegationen för energiforskning (DFE) och Statens industriverk (SIND) och redovisade i sammandrag i avsnitt 5.1-5.2 kan rekommenderas för den läsare som själv vill skaffa sig en allmän uppfattning om ett värmelager och dess möjlighet att bli en viktig länk i morgondagens energiförsörjning.



## 1. INLEDNING

### 1.1 Utredningsförutsättningar

Detta material utgör resultat av en förstudie. Utredningens syften är att fastställa förutsättningarna för tillvaratagande av spillvärme från processindustri, med utnyttjande av ett värmelager för att överföra värmeöverskott från sommarhalvåret till vinterhalvårets underskottsperiod. Lagret är ett borrhålslager i berg enligt den princip som utarbetats vid Högskolan i Luleå.

### 1.2 Utredningens uppläggning

#### Beräkningar och analyser

Beräkningar och analyser har följt den uppläggning och de rekommendationer som ges i boken "Oljereduktionsplanering - ett faktaunderlag SIND nr 1981:8.

Bedömningar och värderingar av alternativ har utgått från åsikter redovisade i boken "Morgondagens energi" DFE-rapport nr 50. Ett sammandrag av utnyttjat innehåll från dessa böcker finns redovisade under "referensmaterial" avsnitt 5.

Arbetet har bedrivits i nära samarbete med framförallt NAB Konsult i Piteå ( här kallat NAB) och Högskolan i Luleå avdelningen för vattenteknik (här kallat Högskolan).

NAB har projekterat och deltagit i uppförandet av Energiverkets arbeten på fjärrvärmeanläggningar och husbyggnationer i regionen. NAB har därför en god bild över kostnadsläget för ledningar och markarbeten i området.

Till grund för bedömningar av ett lagers lokalisering ligger geotekniskt kartmaterial och tidigare grundundersökningar i de aktuella områdena.

Redovisade rekommendationer och bedömningar bygger på genomförda beräkningar, åberopat referensmaterial, samt genomförd forskning vid Högskolan (se avsnitt 5.5).

Enda möjligheten att få dessa beräkningar och bedömningar slutgiltigt utvärderade är att uppföra en anläggning.

Energiverket och Kommunen är, genom sina tidigare erfarenheter, speciellt väl lämpade för att genomföra ett experimentbyggande av ett värmesystem för uppvärmning av bebyggelse där ett borrhålslager i berg ingår.

Se rekommendation i sammanfattning avsnitt 2.5.

### 1.3 Energiförsörjning - ett primärbehov för samhället

#### En allmän tillbakablick

#### Energi för uppvärmning

Energi för uppvärmning utgör ett mänskligt primärbehov på våra breddgrader. Valet av energiform för att värma vår omgivning har varierat. Gemensamt för alla alternativen är att de har anpassats till de behov och förutsättningar som gällt för den aktuella tidsepoken.

- Ved och kol under 30- och 40-talen.
- Billig olja under slutet av 50-talet, 60-talet och första delen av 70-talet gav värmekonsumenterna ett enkelt och bekymmersfritt system för energiförsörjning.
- 80-talets första hälft har betecknats av en strävan att ersätta oljeberoendet med alternativa system för uppvärmning, som dels skall minska landets stora importkostnader för olja, dels skall minska miljöstörningar.

#### Lagar och förordningar

Lagar och förordningar som reglerar användningen av olika energityper för uppvärmning har trätt i kraft under 70- och 80-talen. Dessa lagar och förordningar har som inriktning att reglera formerna för energianvändning så att den samhällseliga nyttan bäst kan tillgodoses.

### Morgondagens energi

Rapport nr 50 utgiven av "Delegationen för Energiforskning" anger:

NÄR MAN JÄMFÖR ANVÄNDNINGEN AV OLIKA ENERGIBÄRARE MÅSTE MAN VARA UPPMÄRKSAM PÅ VAD SOM ÄR NETTOANVÄNDNING, DVS DEN NYTTIGGJORDA DELEN AV DEN TILLFÖRDA ENERGIN, OCH VAD SOM ÄR BRUTTOANVÄNDNING AV DEN TOTALA ENERGIÄNGDEN SOM TAGITS I ANSPRAK.

### Valet av energiteknik

Valet av energiteknik måste alltid ses i relation till förändringar i samhällets produktion och konsumtion.

De varor och tjänster som efterfrågas i samhället kräver för sin framställning produktionsfaktorer dvs arbetskraft, insatsvaror, energi och kapital i olika former.

### Ny teknik

Ny teknik konkurrerar ut gammal om man med den nya tekniken kan framställa samma nyttighet med en billigare kombination av produktionsfaktorer.

Priset på dem förändras med tiden och därmed också vilken teknik som är förmånligast.

Under senare delen av 70-talet och början av 80-talet, har priset på olika typer av bränslen stigit radikalt.

En satsning på kapitalintensiva energiförsörjningssystem för uppförandet har därför fått möjlighet att bli konkurrenskraftigt under förutsättning att kostnaden/behovet av bränsle därigenom kan minskas.

### Sammansättningen av energisystemet

Gällande energipolitik skall enligt anvisningar vara:

Sparande skall väljas före tillförsel så länge kostnaden för att spara energi ej överstiger kostnaden för den tillförda energin.

### Uppvärmning av bostäder och lokaler

Fjärrvärme är ett konkurrenskraftigt alternativ speciellt om energiförsörjningen kan utnyttja lågvärdig energi från processindustri.

Ett stigande pris på primärenergi kan förutses. (Avser olja, el, kol osv.)

Gruppcentralteknik används mest inom mindre samhällen och vissa storstadsförorter.

Den kännetecknas av centraliserad värmeproduktion där grupper av småhus och/eller hyreshus ansluts till en gemensam värmecentral via lokala kulvertnät.

Distributionsnätet levererar värme med lågt tryck och temperatur (80/60).

Ny bebyggelse kan direkt dimensioneras för låga temperaturer på sekundärnät och inomhuskulvertar (60/40).

### Spillvärme från industrin

Spillvärme från industrin har förhållandevis hög temperatur och är därför intressant som värmekälla.

Värmekonsumenter kan vara bostäder som värms via ett fjärrvärmesystem.

### Billiga kulvertar

Billiga kulvertar för fjärrvärmeöverföring, ger möjlighet att överföra spillvärme från en avlägsen spillvärmekälla vid t.ex en industri till en värmekonsument.

### Energikombinat

Energikombinat är en anläggning där man kan tillgodogöra sig energi av mer än ett slag.

För att erhålla godtagbar lönsamhet för energikombinatet måste produktionen ske i relativt stor skala.

Det innebär i praktiken att projektet lokaliseras så nära en befolkningskoncentration/ett värmeunderlag, att distributionsavståndet för fjärrvärme blir rimligt.



### Kommunal energi- och samhällsplanering

En kommun kan genom sin energi- och samhällsplanering starkt påverka de satsningar på energiförsörjningssystem som skall ge kommuninnevånarna tillgång till värme för uppvärmningsändamål.

I Piteå kommun finns förutsättningar för framsynt satsning på samordning av energiförsörjning mellan företag och kommun. Härigenom kan den för det totala samhället erforderliga energiförsörjningen erhållas till låga kostnader.

Satsningar på nya system för energiförsörjning där den samlade erfarenheten för kommunen, Energiverket och i kommunen befintliga företag bör kunna ge värdefulla erfarenheter om hur morgondagens energiförsörjning kan utformas.

En sådan satsning bör vara av stor angelägenhetsgrad hos kommunernas politiker. Kostnaden för energi avsett för uppvärmningsändamål är ett av de primärbehov för både den enskilda individen och företagen som tar i anspråk en allt större del av de totala resurserna.

#### 1.4 Kommentarer till utredningsmaterial

Detta material utgör en förundersökning för att fastställa förutsättningarna för ett värmelager i Munksund kombinerat med spillvärme från processindustrin.

Sättet att genomföra studien har följt rekommendationer i boken "Oljereduktionsplanering SIND 1981:8". Härigenom underlättas jämförelsen av anläggningskostnader och systemekonomi m m med andra alternativ för oljereduktion som beräknats enligt samma modell.

Som framgår av analysen har formen för anläggningens finansiering en avgörande betydelse för systemets totalekonomi.

Ett experimentbyggnade finansierat av t ex Byggeforskningsrådet utgör därför en förutsättning för att här beskrivet projekt skall komma till stånd.

Framtida system för energiförsörjning är föremål för en intensiv samhällsdebatt.

Denna utredning bör kunna ses som ett bidrag till denna debatt där myndigheternas önskemål om redovisade "Relationstal och känslighetsanalyser" finns presenterade.

En presentation om former för finansiering av ett genomförandeprojekt med denna utredning som underlag bör kunna ses som ett värdefullt beslutsunderlag.

Materialet bör dessutom kunna tjänstgöra som mall för andra likartade utredningar inom energisektorn.

## 2. BORRHÅLSLAGER I BERG FÖR SÄSONGSLAGRING AV VÄRME.

### 2.1 Värmelagring, en del av ett spillvärmebaserat energiförsörjningssystem

Denna förstudie har genomförts för att klarlägga förutsättningarna för värmeförsörjning till bebyggelse genom att utnyttja värmelagring av spillvärme från processindustri under sommarhalvåret, för att sedan utnyttja den lagrade energin under vinterhalvåret för uppvärmning av byggnader.

Vid denna utredning har alla bedömningar och kalkyleringar utgått från redovisningar i böckerna "Morgondagens Energi", och "Oljereduktionsplanering" avsnitt 6.

Detta har gjorts för att det redovisade materialet lättare skall kunna jämföras med andra former för värmeförsörjning till bebyggelse.

Beräkningarna är gjorda för de lokala förhållanden som gäller i det aktuella fallet.

Andra lokaliseringar och annan teknik ger andra beräkningsförutsättningar och systemval.

Principen för en utrednings uppläggning och sättet att göra bedömningen av ett projekts lönsamhet bör dock kunna vara densamma oberoende av vilket alternativ som skall beräknas och utvärderas.

Härigenom underlättas jämförelsen mellan de tänkbara lösningar som kan väljas under olika betingelser.

### 2.2 Systemval

#### Allmänna förutsättningar

Värmeförsörjning till ett värmelager i Munksund, kan ske dels från ett utbyggt befintligt fjärrvärmenät med värme från ASSI i Piteå, dels genom en ny spillvärmekulvert från SCA i Munksund.

I denna förstudie har värmeförsörjning med värme från SCA utnyttjats.

I samband med detaljprojektering av lager och ledningssystem utföres det slutgiltiga valet av vilken värmeleverantör som skall utnyttjas.

### Värmelager i berg med spillvärme från SCA.

Detaljer i systemet framgår av avsnitt 3.2. Det totala energiförsörjningssystemet består av följande enheter:

- Tillförsel av värme sker genom att värmeinnehållet i bräddvattenutsläppet från SCA tillföres värmelagret via växlare. Uppladdning av lagret beräknas ske under maj-september.

Temperatur på avloppsvatten vid SCA  
sommartid  $45 \pm 5$  °C.  
vintertid  $35 \pm 5$  °C.

Tillgänglig energimängd ca 600 GWh/år.

Ledningen planeras att bli utförd i plastmaterial.

Ledningsdragningen utföres som dubbelledning, en för vatten från pappersbruket till lagret och en från lagret till pappersbruket.

Bakvattenföringen och avloppsvattenföringen i pappersbruket förändras ej i nuvarande systemlösning.

Pump för vattentransporten från/till pappersbruket installeras i pappersbruket.

Möjlighet till enrörssystem och förändrad bakvattenhantering har ej utnyttjats i denna systemlösning.

Ett sådant system bör dock vara att föredra vid en nyprojektering av ett totalt system.

(Ny kalkyl och analys erfordras för ställningstagande).

Möjlighet till enrörssystem för värmeförsörjning till lager finns.

Ett sådant system kan komma ifråga om man i en framtid finner anledning till utökad värmeförsörjning med spillvatten från SCA och/eller förändrad bakvattenföring från pappersbruket.

- Värmelagring.

Värmelagrets uppgift är:

- \* Att tillvarata del av pappersbrukets värmeöverskott under sommarperioden för att använda det för uppvärmning i bebyggelse under vinterperioden.
- \* Att genom värmelagring göra samhället mindre känsligt för processindustrins eventuella driftstörningar.
- \* Att lagra värme för vinterns behov i närheten av värmeunderlaget.

(Minskad belastning på överföringsledningar mellan värmeproducent och konsument under vinterhalvåret samt minskad risk för avbrott i värmeleverans under vinterperiod erhålles.)

Värmelagret i denna beräkning utgörs av borrhålslager. Principen har utvecklats vid Högskolan i Luleå. Se närmare avsnitt 5.5.

Fjärrvärmekulvert till värmeförbrukare är ett 80/60 graders system.

Kulvertförläggningen följer en tidigare planerad sträckning av fjärrvärmekulvert i området. (Utförd av Svenska Riksbyggen 1977.)

Planeringen av fjärrvärmesystemet 1977 avsåg en värmedistribution från värmecentralen vid Furunäsens sjukhus med samma temperatur som utnyttjas inom sjukhusområdet (120/90 temperatur).

Sjukhusområdet har för närvarande en effekt av ca 6,7 MW. Förändras sjukhusområdets princip för värmeanslutning kan sjukhusområdets framtida värmeförsörjning ske från någon av värmeproducenterna SCA eller ASSI.

Tillskottsvärme

Värmen som tas från lagret och SCA, måste ofta få en temperaturhöjning före distribution till abonnenter. Detta sker dels med värmepump, dels med direktel.

Genom denna åtgärd är värmeförsörjningen till bebyggelse även tryggad vid de tillfällen när SCA ej är i drift.

Se varaktighetsdiagram avsnitt 4.4.

### 2.3 Möjligheter och begränsningar för system med värmelager

Baserad på här redovisade beräkningar, känslighetsanalyser och samlade erfarenheter från pågående forskning kring värmelager i berg enligt borrhålsprincipen, kan följande slutsatser dras:

#### Värmelagring

Värmelagring enligt den vid Högskolan i Luleå utvecklade tekniken för anläggande av ett värmelager i berg är ett ekonomiskt attraktivt sätt för energiförsörjning under följande förutsättningar:

Laddning av lagret kan under sommarhalvåret ske med energi till låg kostnad.  
Energiuttaget sker under vinterhalvåret.

Lämpliga värmeleverantörer som direkt bör kunna anslutas till ett värmelager Exempel på sådana värmeleverantörer är:

Alla processfabriker där kylvatten användes i processen.  
Närhet till ett fjärrvärmenät för distribution av värme till bebyggelse erfordras.

Sopförbränningsanläggningar med förbränning av sopor där energiinnehållet i de sopor som skall förbrännas är högre än det värmebehov som värmeabonenterna har under sommarhalvåret.

Biobränslefabriker anslutna till kommunalt fjärrvärmesystem där lågt värmebehov under sommarhalvåret gör att värmeproduktionen i samband med bränsleframställningen önskas lagras till vinterperioden.

Fjärrvärmesystem där man står inför valet att bygga nya produktionsenheter för att klara vinterns toppbelastning. Under sådana förutsättningar placeras lagret med fördel i anslutning till det värmeunderlag som ligger längst från värmeproducenten.

Genomförd analys på här redovisat material indikerar att ett sådant alternativ bör ge lägre totala investeringskostnader för margineffektutbyggnad än andra jämförbara alternativ. Förhållandet gäller speciellt om värmeunderlaget utgörs av ett nybyggnadsområde där distributionen av värme till värmeförbrukarna kan ske med ett lågtemperatursystem.

### Begränsade möjligheter

Begränsade möjligheter för ett energiförsörjningssystem innehållande ett värmelager är framförallt tillgången på billig energi under sommarhalvåret. Ställningstagandet är byggt på nu kända förhållanden och här redovisade beräkningar.

Närheten av värmeförbrukare som kan tillgodogöra sig värme av lågtemperaturkaraktär under vinterhalvåret är också en förutsättning för god totalekonomi.

### Systemets nuvarande status

En del anläggningstekniska frågetecken föreligger fortfarande för lager av här redovisad karaktär. Dessa torde dock få sin lösning i samband med uppförandet av ett experimentlager i Luleå.

## 2.4 Värmelager i Munksund.

### Allmänt

Munksund gränsar till centralorten Piteå i Piteå kommun. Centralorten Piteå får genom ett fjärrvärmenät stor del av sin värme levererad från ASSI-anläggningen belägen i själva centralorten.

### Ett fjärrvärmesystem

Ett fjärrvärmesystem har planerats sedan tidigare i det nu aktuella området för lokalisering av ett värmelager.

Detta fjärrvärmesystem var ursprungligen avsett för en anslutning till en oljeeldad panncentral vid Furunäsets sjukhus. Denna utbyggnad eller utbyggnad med annan teknisk lösning har ännu ej påbörjats.

Värmelager för att utjämna variationer mellan tillgång och efterfrågan ökar möjligheterna att utnyttja spillvärme för uppvärmning av bostäder.

En anslutning av fjärrvärmesystemet till SCA ger möjlighet att pröva värmelagring tillsammans med spillvärme från en industri. Detta alternativ har därför stort värde ur experimentbyggnadssynpunkt.

Värmeförsörjning till lagret kan alternativt ske via ett utbyggt fjärrvärmenät med värme från ASSI.

Val av anslutningssystem föreslås ske i samband med detaljprojektering.

### Borrhålslager

Borrhålslager i Munksund avses att i första etappen byggas för en lagringskapacitet av 500 MWh.

En framtida anslutning av Furunäsets sjukhus ökar lagringsbehovet. Denna anslutning kan med fördel ske i en andra etapp, där både lager och fjärrvärmenät blir föremål för en utbyggnad.

Härigenom kan värdefulla faktamaterial tas fram för de fördelar som ett värmelager av borrhålstyp uppvisar, dvs att med fördel kunna bygga ut värmeförsörjningssystem i den takt som värmeunderlaget och lagringsbehovet av värme ökar.

## 2.5 Rekommendationer

### Värmeproducent

Värmeproducenten, i detta fall SCA, tillför kontinuerligt värme till systemet. Under sommarhalvåret lagras överskottsvärme i ett borrhålslager.

(En detaljprojektering kan visa att energiförsörjning från ASSI via ett utbyggt fjärrvärmenät är att föredra.)

### Värmelager

Värmelager med energiförsörjning från SCA detaljprojekteras och uppföres. Principschema se avsnitt 2.6.

### Lokalisering

Lagret lokaliseras i anslutning till värmeabonnenterna. Möjlighet till utbyggnad av lagret kommer att finnas om fler värmeabonnenter t ex Furunäsets sjukhus anslutes till systemet i framtiden.

### Värmepump och direktel

Värmepump och direktel användes för att höja temperaturen på vattnet till värmekonsumenterna när så erfordras.

### Spillvärmekulvert

Spillvärmekulvert utföres i plastmaterial speciellt utvecklat för sitt ändamål. Se avsnitt 5.1.

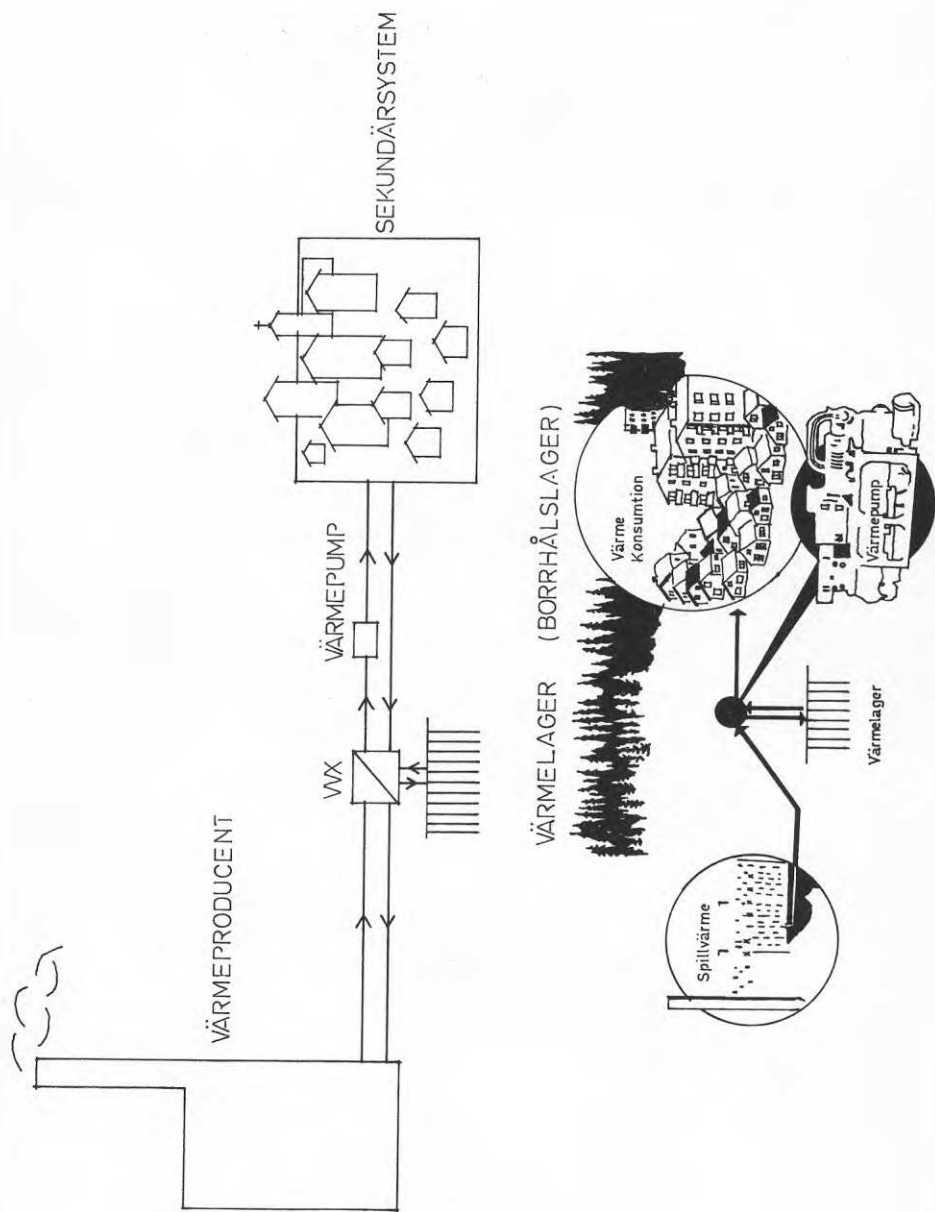


### Fjärrvärmekulvert

Fjärrvärmekulvert utföres i den normalstandard som gäller för Energiverkets övriga utbyggda fjärrvärmesystem.

### Detaljprojektering

Detaljprojektering av anläggningen måste göras innan slutgiltigt ställningstagande till ett uppförande av här redovisat värmelager kan genomföras.

2.6 Värmelagring med tillhörande systemPrincipritning

3 BERÄKNINGAR OCH ANALYSER3.1 Värmeunderlag

Nedan angivna värmeunderlag avser de enheter som skall försörjas med spillvärme och energi lagrad i ett berglager av borrhålstyp. Tillskottsvärme tillföres med värmepump.

Genomsnittlig oljeförbrukning

Munkberga	131 m <sup>3</sup> /år
Pitholmsskolan	275 m <sup>3</sup> /år
Hyreshus Furuberget	<u>244 m<sup>3</sup>/år</u>
<u>Summa oljeförbrukning</u>	<u>650 m<sup>3</sup>/år</u>

Energi och effektbestämning

Energiförbrukning bestämd vid 70 % pannverkningsgrad. Effekten beräknad enligt Svenska Värmeverksföreningens rekommendationer.

	W (MWh)	E (KW)
Munkberga	920	380
Pitholmsskolan	1 930	1 000
Hyreshus Furuberget	<u>1 700</u>	<u>700</u>
<u>Summa värmeunderlag</u>	<u>4 550</u>	<u>2 080</u>

3.2 Anläggningskostnader och systemvalSpillvärmekulvert

Spillvärmekulvert (3 400 m)	kk
Schaktning och återfyllning	850
Rör Virsbo Pex	860
Läggning av rör	100
Pumpar inkl inst	30
<u>Summa kkr</u>	<u>1 840</u>

Värmelager

Värmelager (D x H, 33 m x 33 m)	kk
Geologisk förundersökning	250
Borrning 62 hål, 110 kr/m	225
Foderrör 62 hål, 2 500 kr/st	155
Tempmätning i borrhål	140
Schaktning och planering	50
Vägar och körytor	20
Täckning av lagrets överyta	35
Rör ABS plast 4 200 m	130
Montering rör ABS plast	65
Styrutrustning	30
Signalkabel	10
<u>Summa kkr</u>	<u>1 110</u>

<u>Produktionsenheter</u>	kk
Värmepump $\emptyset = 2,8$ Etot = 700 kW	700
Elpanna, vvx, exp kärl, pump, E=1100 kW	250
Cirkulationspumpar	20
Rör NT 16	20
Armatyr, exp kärl, styr	120
Installationskostnad rör	100
Kraftmatning	140
Einstallationskostnad	40
Byggnad	180
<u>Summa kkr</u>	<u>1 570</u>

<u>Fjärrvärmekulvert</u>	kk
Schaktning och återfyllning	230
Rör samt läggning	360
<u>Summa kkr</u>	<u>590</u>

<u>Undercentraler</u>	kk
Munkberga utbyggnad	20
Furuberget	180
Pitholmsskolan	280
<u>Summa kkr</u>	<u>480</u>

Kostnadssammanställning

	kk	
Spillvärmekulvert	1 840	
Värmelager	1 110	
Produktionsenhet	1 570	
Fjärrvärmekulvert	590	
Undercentraler	480	
<u>Summa kkr</u>	<u>5 590</u>	5 590
Oförutsett ca 10 %		560
Index ca 10 %		610
Moms		-
Projektering, kontroll, igångkörning		700
<u>Summa kalkylkostnader exklusive finansiering kkr</u>		<u>7 460</u>
Finansiering 3 %, 20 år		225
<u>Summa kalkylkostnader inklusive finansiering kkr</u>		<u>7 685</u>

3.3 Kalkylsammanställning

(Enligt SINDS:s kalkylblankett 1981:8)

Investeringsutgifter

Avskrivningstid och totalt investeringskapital

	kk
* Spillvärmekulvert, 20 år	2 225
* Värmelager, 40 år	1 342
* Produktionsenhet, 10 år	1 900
* Fjärrvärmekulvert, 30 år	713
* Undercentraler, 20 år	580
* Projektering, kontroll och igångkörning, 20 år	700
* Ränta under byggnadstid 3 %, 20 år	225
<u>Summa kkr</u>	<u>7 685</u>

Beteckningar

E = elpris, öre/kWh  
 K = personalkostnad, kkr/personår  
 Pa = anläggningseffekt, MW  
 B = energipris, kkr/genhet  
 Bo = oljepris, kkr/m

Anläggningseffekt

Anläggningseffekt (Pa): 1,7 MW

(Värmepump: Bas 0,7 MW + Elpanna Spets 1,0 MW + transportabel elpanna Reserv 1,0 MW)

Energislag: Spillvärme Energipris (B): 0 kkr/MWh

Energislag: Elenergi Energipris (E): 22 öre/kWh

### 3.4 Jämförelsetal

#### Energisparingskostnadsmetoden

Ett sätt att beräkna en åtgärds lönsamhet är att uttrycka dess energisparingskostnad. Investeringen bedöms som lönsam om oljereduktionskostnaden är lägre än oljepriset.  
(Källa: SIND 1981:8)

Oljereduktionskostnad (öre/kWh) =

$$\frac{(\text{investeringskostnad} + \text{årlig underhållskostnad}) \times 100}{\text{beräknad oljebesparing (KWh/år)} \times \text{investeringens livslängd}}$$

$$\frac{(7\,340\,000 + 84\,000) \times 100}{4\,550\,000 \times 15} \underline{\underline{10,88 \text{ öre/kWh (Relationstal)}}$$



Kostnadsrelationer

Kostnadsfördelning mellan delkostnader och totalkostnader.

	Kostnad i kr/KW	Andel av total anl kostnad
* Fjärrvärmekulvert	$\frac{713\ 000}{2\ 080} = 343$	9,3 %
* Lagrets anläggnings- kostnad	$\frac{1\ 342\ 000}{2\ 080} = 645$	17,5 %
* Produktionsenheter	$\frac{1\ 900\ 000}{2\ 080} = 913$	24,7 %
* Spillvärmekulvert	$\frac{2\ 225\ 000}{2\ 080} = 1\ 070$	29,0 %
* Övriga anläggnings- kostnader	$\frac{1\ 505\ 000}{2\ 080} = 724$	19,6 %

---

Total anläggningskostnad kr/kW ===== 3 695



Anmärkning

1. Nuvarande enhetspris för leveranser från fjärrvärme är ca 24,0 öre/kWh.
2. Som framgår av redovisning ovan har finansieringen av projektet avgörande betydelse för energipriset.

Skall uppförandet av anläggningen komma till stånd måste formen för finansieringen av projektet vara sådan att energipriset till konsument ej överstiger nuvarande energipris.

3. Övriga anläggningskostnader utgör 19,6 % av totala anläggningskostnaderna enligt avsnitt 3.4.

Kostnader av denna typ är exempel på extrakostnader som uppstår i samband med experimentbyggande. Stora delar av denna kostnad kan utgå när resultatet av ett experimentbyggande kan omsättas i efterföljande anläggningar.

4. Stigande energipris påverkar endast i mindre omfattning systemets energipris till konsument.

En anpassning av värmeleverantörens pris på energi till systemet kommer dock med säkerhet att ske när systemet har testats och visat sin lönsamhet.

Systemets totalekonomi har dock förutsättning att bli ett konkurrenskraftigt alternativ till dagens system förutsatt att här antagna kostnader och funktioner kan verifieras.

### 3.6 Känslighetsanalys

Känslighetsanalysens uppgifter är att jämföra olika posters inverkan på totalkostnaden.

En uppställning av analysen enligt SIND 1981:8 ger:

#### Förändrade anläggningskostnader

Antag att kapitalkostnaden ökar med 25 % (y %).

Den betraktade kapitalkostnaden utgör x % av summa årskostnad.

Påverkan på totalkostnaden  $x_{*y}$  %.

Objekt	x %	$x_{*y}$ %
Spillvärmekulvert	12,5	3,1
Värmelager	5,8	1,5
Produktionsenhet	17,8	4,5
Fjärrvärmekulvert	3,1	0,8
Undercentraler	3,3	0,8
Totala kapitalkostnader	47,0	11,8

#### Förändrade räntekrav

Antag att räntekravet på investerat kapital ändras från 4 % till 20 %.

Objekt	Kapitalkostnader		y %	x %	$x_{*y}$ %
	4 %	20 %			
Spillvärmekulvert	164	457	178,7	12,5	22,3
Värmelager	68	268	294,1	5,8	17,1
Produktionsenhet	234	453	93,6	17,8	16,7
Fjärrvärmekulvert	41	143	248,8	3,1	7,7
Undercentraler	43	119	176,7	3,3	5,8
Proj., kontroll, igångkörning	52	144	176,9	4,0	7,1
Ränta under byggtiden	16	46	187,5	1,2	2,3
Totala kapitalkostnader	618	1630	163,8	47,0	77,0

Förändrade energikostnader

Antag att elenergin ökar från 22 öre/kWh till 35 öre/kWh.

$$x = 38,4 \%$$

$$y = 59,1 \%$$

$$x \cdot y = 22,7 \%$$

Av känslighetsanalysen kan följande slutsatser dras:

Totala kapitalkostnaden dvs sättet att finansiera projektet är av största betydelse för projektets lönsamhet.

Exempel:

Om kapitalkostnaden ökar med 25% påverkas årskostnaden med 11,8%.

Förändrade personalkostnader

Antag att personalbehovet ökas från 1 timme till 8 timmar per dygn. Detta ökar y med 700 %.

Eftersom personalkostnadens andel av summa årskostnad är  $x = 1,2 \%$  medför förändringen att påverkan på totalkostnaden ( $x \cdot y$  %) blir  $= 8,4 \%$

3.7 ÅrskostnadsjämförelserOljealternativ

Oljeförbrukningen är  $650 \text{ m}^3/\text{år}$ .

	Mkr/år
Oljepris $2000 \text{ kr/m}^3$ motsvarar en årskostnad av	1,3 Mkr/år
Schablonkostnad för förbränningsanläggningens drift och underhåll (Enligt SIND 1981:8 sid 132)	<u>3,2 Mkr/år</u>
<u>Total systemkostnad vid oljeeldad anläggning</u>	<u>4,5 Mkr/år</u>

Värmelagringsalternativ

Vid värmeförsörjning med spillvärme och värmelagring enligt redovisat system inklusive kapitalkostnader och driftkostnader enligt 3.5.

Totalkostnad 1,3 Mkr/år





Klubbgårdet

IF Nr F115  
Luleå 82.07.30  
A. Forsen  
BILAGA 4.2

Ringius  
viken

Pitholm

LAGER FÖR  
SPILLVÄRME

Furunaset  
Sjukhus

Skola  
Sport  
hall

Södra Pitholm

SPILLVÄRMEKULVERT  
FRÅN SCA MUNKSUNDS  
PAPPERSBRUK

MUNKSUND

SCA

Krottparken

Svedjan

Pitholmsked

SCA

**NAB**  
**KONSULT**

SPILLVÄRMEKULVERT  
SCA - VÄRMELAGER  
ca 3400 m

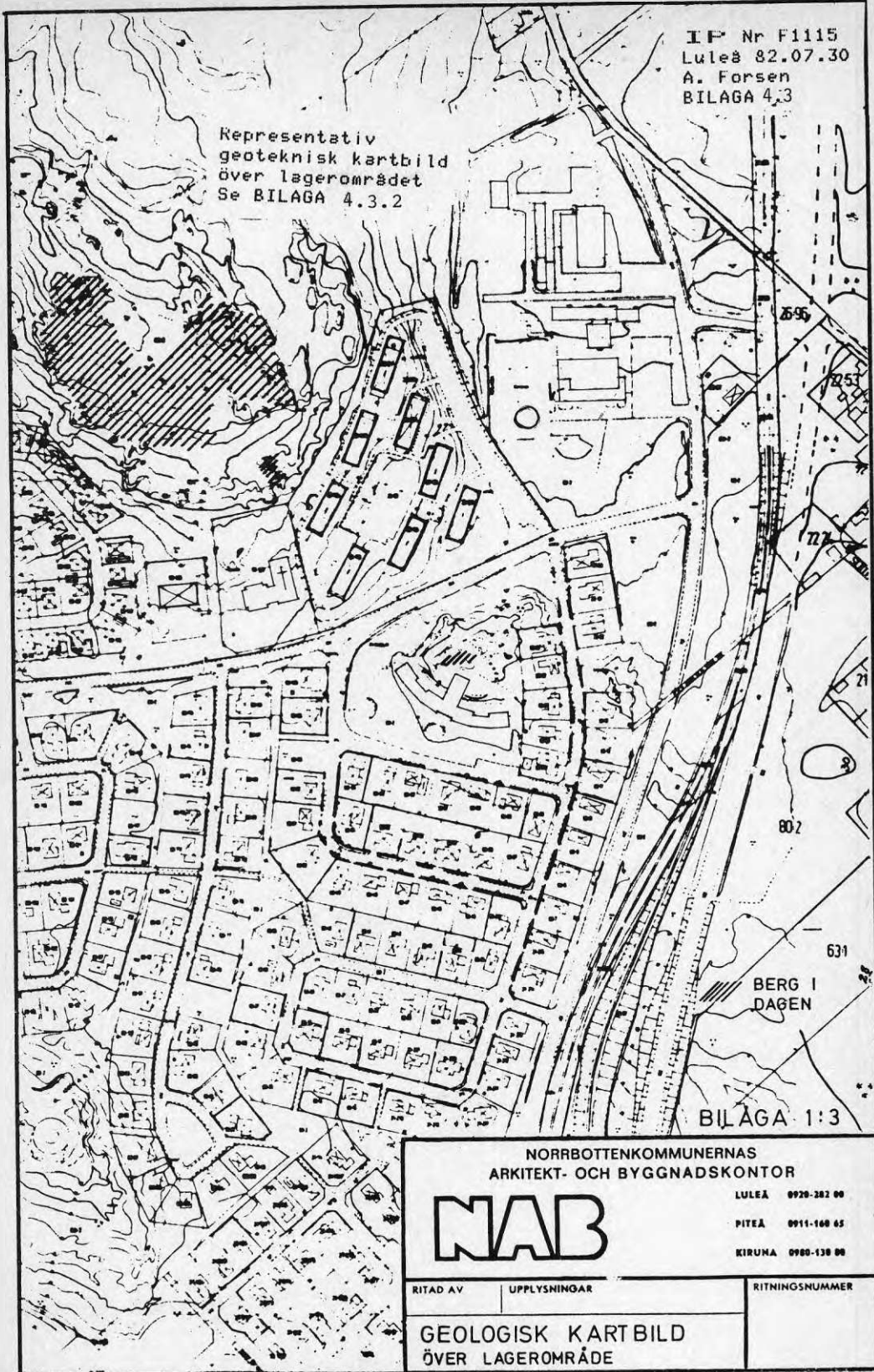
LULEÅ 0920-282 00

Yttrefjärden



IP Nr F1115  
Luleå 82.07.30  
A. Forsen  
BILAGA 4,3

Representativ  
geoteknisk kartbild  
över lagerområdet  
Se BILAGA 4.3.2



NORRBOTTENKOMMUNERNAS  
ARKITEKT- OCH BYGGNADSKONTOR

**NAB**

LULEÅ 0920-282 00

PITEÅ 0911-160 65

KIRUNA 0960-130 00

RITAD AV

UPPLYSNINGAR

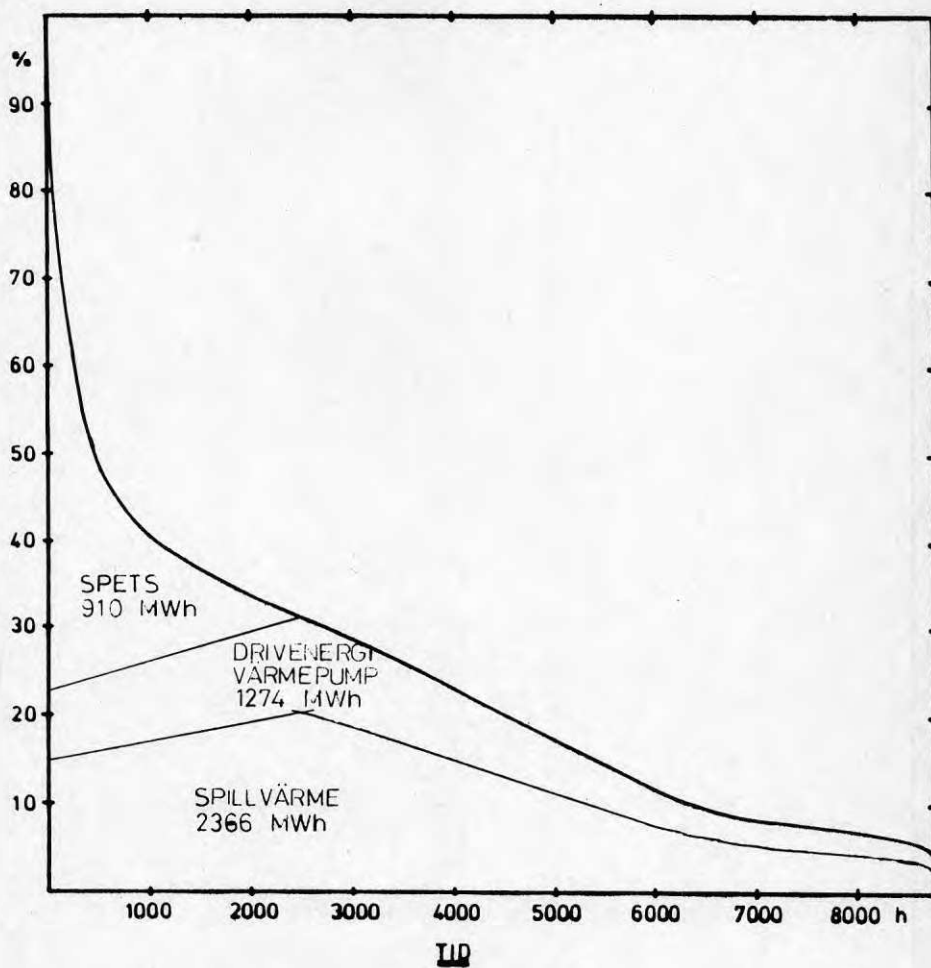
RITNINGNUMMER

GEOLOGISK KARTBILD  
ÖVER LAGEROMRÅDE



IP Nr F 1115  
Luleå 82.07.30  
A. Forsén  
BILAGA 4.4

EFFEKT





## 5 REFERENSMATERIAL

- 5.1 Morgondagens energi - Ett utdrag av rapport nr 50 från DFE, Delegationen för energiproduktionsforskning. (Uppsala 1982)

### Det svenska energisystemet

Att jämföra olika energibalanser.

1 kWh elenergi är inte likvärdigt med 1 kWh värmeenergi. El kan alltid ersätta värme, men om elenergin produceras i ett kondenskraftverk får man bara ut el motsvarande 30-40 % av värmeinnehållet i bränslet, resten släpps ut som spillvärme. I ett kraftvärmeverk där både el och hetvatten produceras får man ut ca 75-85 % av bränslets värmeinnehåll. Uttryckt i kWh består då produktionen av ungefär en del el och två delar värme i form av hetvatten.

Vill man redovisa en sammanlagd energianvändning av el och värme i ett land eller en kommun måste man vara uppmärksam på vilken metod som används för att räkna den el som alstrats med vatten- och kärnkraft. En metod är att låta denna elkraft motsvara dess värmeinnehåll. En annan är att räkna om vatten- och kärnkraften till den bränsleförbrukning, som skulle ha behövts om elgenereringen i stället hade skett i t.ex oljeeldade värmekraftverk. Påståendet att Sveriges oljeberoende är i närheten av 65 % är med andra ord en sanning med modifikation. Det stämmer om man tillämpar den första omräkningsmetoden. Med den andra metoden är Sveriges oljeberoende endast ungefär 50 %.

Ett sätt att beskriva ett lands energisystem är att ange de olika energiteknikerna som används alltifrån utnyttjandet av energiflöden och utvinningen av energiråvaror ända till användningen. Man kan skilja mellan utvinnings-, omvandlings-, distributions- och användningsteknik alltefter var i kedjan från energikälla till slutanvändning tekniken befinner sig.

Förutom de rent tekniska faktorerna finns det en rad andra faktorer som påverkar energisystemet. Det finns idag ett komplicerat nät av energipolitiska styrmedel i form av lagar, normer, skatter, avgifter, taxe- och bidragsbestämmelser osv. Jämfört med andra samhällssektorer är energisektorn i Sverige liksom i övriga västvärlden starkt reglerad.

Alla dessa faktorer är beroende av varandra. Ofta medför en förändring i en punkt följdverkningar för andra delar av energisystemet.

## Bruttoanvändning/nettoanvändning

När man jämför användningen av olika energibärare måste man vara uppmärksam på vad som är NETTOANVÄNDNING, dvs. den nyttiggjorda delen av den tillförda energin och vad som är BRUTTOANVÄNDNING, dvs. den totala energimängden som tas i anspråk inklusive distributions- och omvandlingsförluster. Om konsumenten själv framställer sin värme i t.ex. en oljepanna bokförs en större energianvändning på honom än om han abonnerar på fjärrvärme. Hans inköp av olja måste täcka omvandlingsförlusterna i oljepannan. Övergår han till att bli fjärrvärmeabonnent förs däremot pann- och distributionsförlusterna på fjärrvärmeproducenten. Inte minst vid kostnadsjämförelser gäller det att ge akt på skillnaderna mellan netto- och bruttoanvändning.

## Villkor för energisystemets förändring

Samhällets hushållning av resurser och valet av energiteknik.

Val av ny energiteknik måste alltid ses i relation till förändringar av samhällets produktion och konsumtion. De varor och tjänster som efterfrågas i samhället kräver för sin framställning produktionsfaktorer dvs. arbetskraft, insatsvaror, energi och kapital i olika proportioner. Ny teknik kan konkurrera ut gammal om man med den nya tekniken kan framställa samma nyttighet med en billigare kombination av produktionsfaktorer. Priset på dem förändras med tiden (se diagram 2.2) och därmed också vilken teknik som är förmånligast.

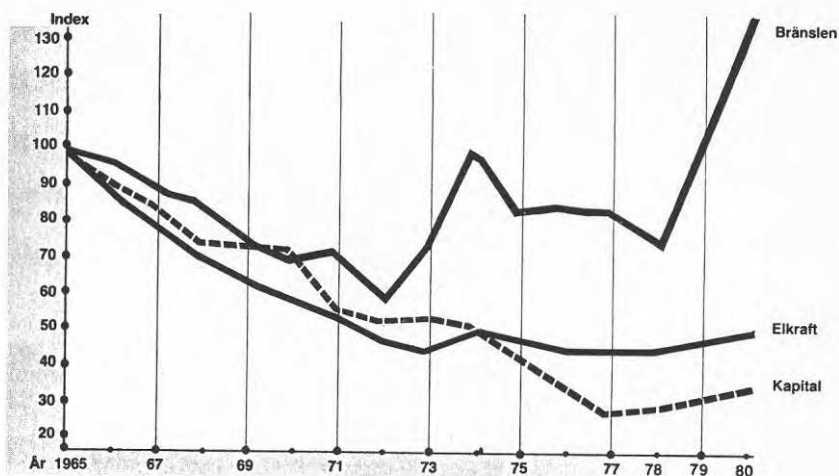


Diagram 2.2. Relativpris på produktionsfaktorer 1965-1980. Arbetskraft = 100.

## Energipolitik

Skäl att påverka energisystemets utveckling<sup>\*</sup>  
Statsmakterna har ansett att energipriserna inte isolerade ger de rätta eller tillräckligt starka signalerna för energisystemets utveckling. Energipolitiska åtgärder har kommit att motiveras med framför allt följande skäl.

Osäkerhet vad gäller utvecklingen av såväl den absoluta energiprisnivån som relationerna mellan olika energibärarens priser har anförts som skäl för åtskilliga statliga ingrepp. Också riskerna för direkta avbrott i Sveriges oljeimport har innefattas i begreppet osäkerhet.

Ryckvisa förändringar av oljepriserna även i framtiden har bedömts som sannolika. Osäkerheten gäller också priserna på kol, gas och inhemska bränslen såsom flis och torv. Beträffande de inhemska bränslena har fungerande marknader oftast ännu inte utbildats. Till leverantörspriset för flis och torv kommer också kostnaden för transport till användaren. Kommer priserna på torv och flis att bestämmas enbart av produktionskostnaderna med normala påslag eller kommer man att ta ut ett högre pris som motsvarar eldning med olja hos användaren?

Exempel på möjliga statliga åtgärder för att gardera samhället mot effekter av prischocker och direkta avbrott är bestämmelser om beredskapslagring och utfästelser om att de framtida svenska priserna på olja och oljeprodukter kommer att ligga på en nivå, som ger möjligheter för de inhemska bränslena att konkurrera. Åtgärderna kan emellertid ge samhällsekonomiska förluster och försvåra vår export om världsmarknadspriserna på olja inte stiger som man förväntar sig. Hur mycket skall vi egentligen "försäkra" oss mot oförutsedda händelser?

Effekter på hälsa och miljö är ett annat huvudmotiv som ligger bakom en energipolitisk styrning via regleringar eller skatter och avgifter. Hälso- och miljöeffekterna innebär att företagets produktion och hushållens konsumtion påverkar övriga företags och hushålls situation även på annat sätt än via marknader och prisbildning.

\* Resonemanget i detta avsnitt bygger huvudsakligen på den diskussion om energipolitiken som forskningsgruppen för energisystemstudier för i "Att styra energianvändningen. Problem och möjligheter för svensk energipolitik." DFE-rapport nr 34.

Att på lång sikt söka "bästa" sammansättningen av energisystemet

En väsentlig princip i energipolitiken är att sparande skall väljas före tillförsel så länge kostnaden för att spara en enhet energi är lägre än kostnaden för att tillföra en enhet energi.

Energianvändning för komfortvärme svarar för ungefär 40 % av Sveriges nuvarande energianvändning. Sedan 1950-talet har vi drygt en 3-faldig ökning, beroende på en ökning av bostädernas antal och storlek samt av inomhustemperaturen. Samtliga dessa faktorer tenderar att inte växa på samma sätt som tidigare.

Befolkningsökningen har i stort sett avstannat och officiella prognoser pekar på en konstant befolkning under den närmaste 50-års perioden.

Den andra viktiga observationen gäller konsekvenserna av energiprisutvecklingen.

Uppvärmning av bostäder och lokaler

Beträffande uppvärmningen av bostäder och lokaler gäller att fjärrvärme långsiktigt är ett konkurrenskraftigt alternativ, men införandet når i början av perioden ej upp till den antagna övre gränsen. Detta gäller speciellt för flerbostadshus och i referensfallet uppgår "gapet" till hela 5 TWh år 1990. Det är fördelaktigt att fortsätta att använda befintliga oljepannor och under perioden 1985-2005 används oljepannor även i nybyggda flerbostadshus. Motsvarande gäller 1990-2010 i nybyggda småhus men där måste utvecklingen bedömas mot bakgrund av modellens resultat för elvärme. I modellen ligger elvärme på marginalen för att elproduktionssystemet och efter år 2005 blir det ej lönsamt att använda elvärme. Däremot införs de (från elsynpunkt) effektivare jordvärmepumparna i befintliga småhus. För nya byggnader införs också solvärmecentraler och speciellt i nya småhus solvärt tappvarmvatten. Införandet bygger på de kostnader som gällde vid databasens fastställande (1978). Senare resultat har visat att dessa kostnadsuppskattningar var något för optimistiska för solvärme.



## Spillvärme

Spillvärme finns inom såväl industrin som kommunala och statliga anläggningar samt hushållen.

Inom kraftindustrin förekommer stora mängder spillvärme. I kondenskraftverken, t.ex kärnkraftverken, får man bara ut en motsvarande 30-40 % av bränslets värmeinhåll, resten släpps ut som spillvärme.

Industriellt spillvärme kan utnyttjas dels för interna behov (processer eller lokaluppvärmning) hos den spillvärmealstrande anläggningen, dels för värmeförsel utanför anläggningen. Tillvaratagande och distribution av spillvärme kan i många fall ske med konventionell värmväxlar- och fjärrvärmeteknik.

En avgörande faktor för spillvärmens ekonomi är avståndet mellan spillvärmekällan och de byggnader som skall värmas. En annan är osäkerheten om de enskilda industriernas möjligheter att leverera spillvärme i framtiden samt svårigheten för leverantörer och mottagare att komma överens om pris och övriga villkor.

## Spillvärme som energikälla

Spillvärme från industrin har förhållandevis hög temperatur och är därför intressant som värmekälla. Värmekonsumenter kan vara bostäder som värms via ett fjärrvärmesystem - där värmepumpen oftast installeras. Det är framför allt för den här tillämpningen som de mycket stora och/eller avancerade värmepumparna har börjat introduceras.

För att möjliggöra bättre användning av industrins spillvärme studeras nu också andra värmepumpar än de konventionella elmotordrivna. För Perstorps AB har man t.ex projekterat en ångturbindriven värmepump. I Arlövs sockerbruk utnyttjar man redan en värmepump driven av en turbin med ånga från en befintlig kolpanna.

### Spillvärmeprojekt

Jästbolagets industri i Sollentuna använder varje vardagsdygn 4 000 - 5000 m<sup>3</sup> grundvatten för att kyla jästtankarna. Efter jästtankarna håller vattnet en temperatur på ca 25°C. Detta vatten transporteras via en mark- eller sjöförlagd rörledning till Rotebro hetvattencentral i oisolerade plaströr med mycket liten temperatursänkning hos vattnet.

Vid hetvattencentralen utnyttjas detta spillvärme för att värma fjärrvärmenätets returvatten med en elmotordriven värmepump på 2,5 MW. Kylvattnets temperatur sjunker då från 25°C till 15°C, medan returvattnets höjs från 55°C till 65°C.

Investeringskostnaden är kalkylerad till 1,7 - 2 Mkr. Vid dagens oljepriser utgör värdet av den årliga energibesparingen 0,35 - 0,40 Mkr, vari ingår en minskad oljekostnad på ca 1 Mkr. Underhållskostnaderna beräknas till 1-2 procent av den totala investeringen. Projektet ser alltså ut att kunna ge lönsamhet redan idag. Om den planerade utbyggnaden av fjärrvärmenätet kommer till stånd kan lönsamheten förbättras ytterligare.

## Massa- och pappersindustrin

Massa- och pappersindustrin är den ojämförligt största energianvändaren i svensk industri. År 1981 användes ca 61 TWh inom massa och pappersindustrin vilket inte är långt från hälften av industrins totala energianvändning.















Energianvändningen inom massa- och pappersindustrin.

Studier har gjorts vid SCA-Nordliner i Munksund.

Nedan angivna data är hämtad från denna studie.

Källa: STYRELSEN FÖR TEKNISK UTVECKLING information nr 174-1980

Energibortförseeln från bruket har följande fördelning:

	Vinter	Sommar
		
	2003	2738 kWh/ton
Avloppsvatten		
Varmvatten- överskott	0	565
Våtluft över tak		
Uppv. av vent- luft i p-bruk		0
Uppvärmnings- förluster		
Avgaser		
Ånga till sågverket		26
Hartsolja		
	395	517
	7698	8067 kWh/ton

Flödet av avloppsvatten var 25 % större (i m<sup>3</sup> räknat) under juli. Vattentemperaturen ökade från 38°C under januari till 47°C under juli.

Ett överskott av producerat varmvatten (194 000 m<sup>3</sup>) motsvarande 565 kWh/tm släpps ut i Piteå älv. Varmvattenöverskottet uppstår till följd av den ökade råvattentemperaturen. Energimässigt motsvarar varmvattenöverskottet och ökningen av avloppsvattnet från bruket ökningen i råvattenintaget. Den energimängd som släpps ut som våtluft från pappers bruket ökar på grund av att ingen energiåtervinning sker i värmeväxlarna i våtluftströmmen.

Brukets energitillförsel uppgår totalt till 8328 kWh/ton massa (motsvarar effekten 213 MW).

Fördelningen på olika energislag är

<u>Energislag</u>	<u>energi</u> (kWh/ton massa)	<u>effekt</u> (MW)	<u>procent</u> (%)
Ved	4878	124,8	58,6
Inköpt bark	123	3,1	1,5
Olja	2584	66,1	31,0
Elenergi	743	19,0	8,9
<u>Summa</u>	<u>8328</u>	<u>213,0</u>	<u>100,0</u>

Brukets största energiförluster anges i nedanstående tabell.

<u>Energislag</u>	<u>energi</u> (kWh/ton massa)	<u>effekt</u> (MW)	procent av tillförd <u>energi</u> (%)
Våtluft från pappersbruket	2051	53,9	24,6
Avloppsvatten	2003	51,3	24,1
Avgaser	1745	44,7	21,0
Förluster från ångvärmda byggnader	956	24,5	11,5
<u>Summa</u>	<u>6755</u>	<u>174,4</u>	<u>81,2</u>

#### Varmvattensystemet

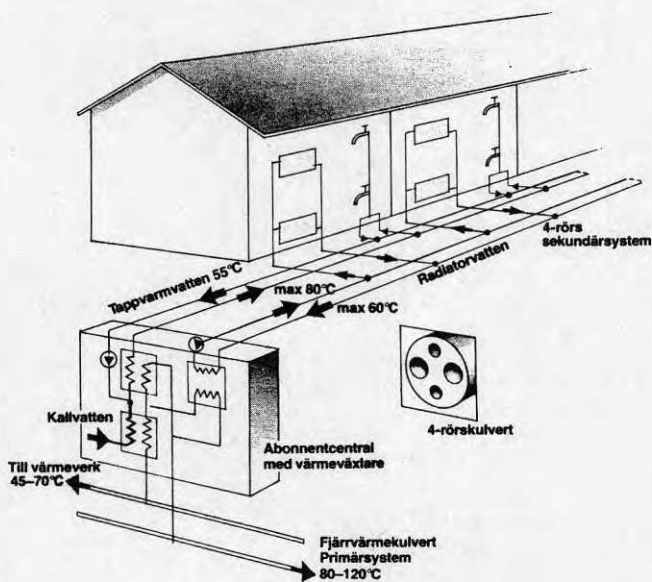
Rent generellt kan sägas att hela varmvattensystemet energimässigt har en underordnad betydelse i liner-produktion, vilket medfört att tillförlitliga mätningar av systemets flöden och temperatur hittills ej varit motiverade. De data som redovisas har beräknats eller uppskattats. Den klart största varmvattenproduktionen sker i industningen (814 kWh/tm). De uppskattningar och beräkningar av flödesmängderna som gjorts tyder på att varmvattenflödet från industningen är 360 ton/tim + 10%. Medeltemperaturen på varmvattnet är, enligt SCA, 45 + 5°C.

## Värmedistribution

I detta avsnitt behandlas såväl fjärrvärmetekniken som gruppcentraltekniken. Någon skarp gräns dem emellan finns inte.

Anslutningen till fjärrvärme är störst i de nordiska länderna, Sovjet och Västtyskland. Fjärrvärmetekniken är också längst utvecklad i dessa länder. I övriga länder finns fjärrvärme endast i mindre omfattning. Fjärrvärmetekniken introducerades i Sverige för 30 år sedan och har expanderat snabbt sedan början av 60-talet.

Fjärrvärmenäten i våra större tätorter består vanligen av ett primärnät (med grova ledningar), som avger värme i speciella värmeväxlare, s k abonnentcentraler eller undercentraler. Här värms tappvarmvattnet och radiatorvattnet, som i det s k sekundärsystemet distribueras vidare i byggnaden (till byggnaderna). Bild 3.7 visar ett 4-rörs sekundärsystem.



**Bild 3.7. Konventionellt fjärrvärmesystem med gemensam abonnentcentral, här med 4-rörs sekundärsystem för t ex radhuslängor. De högre temperaturerna avser de kallaste dagarna vintertid, de lägre sommartid.**

Framledningstemperaturen i primärnäten varierar normalt mellan  $80^{\circ}\text{C}$  och  $120^{\circ}\text{C}$  beroende på utomhustemperaturen. Returtemperaturen varierar vanligen mellan  $50^{\circ}\text{C}$ - $70^{\circ}\text{C}$ , ibland lägre.

Sekundärsystemet är idag ofta dimensionerat för ett  $80/60^{\circ}\text{C}$ -system, vilket innebär att den maximala framledningstemperaturen är  $80^{\circ}\text{C}$  vid en returtemperatur av  $60^{\circ}\text{C}$ . Under en stor del av året är dock temperaturerna lägre. Värmeväxlarna för tappvarmvattnet dimensioneras så att detta får en temperatur av  $55^{\circ}\text{C}$ .

För primärnätets grova ledningar används i huvudsak stålror som isolerats på plats och lagts i betongkulvertar. Även pre-fabricerade betongkulvertar finns på marknaden.

För klenare dimensioner finns sedan drygt 10 år tillbaka fabrikstillverkade kulvertar med hetvattenrör av stål eller koppar och skyddshölje av plast. Dessa kulvertar levereras i färdiga längder för sammansvetsning på monteringsplatsen.

Gruppcentralteknik används mest inom mindre samhällen och i vissa storstadsförorter. Den kännetecknas av centraliserad värmeproduktion där grupper av småhus eller flerbostadshus ansluts till en gemensam värmecentral via lokala kulvertnät. Distributionsnätet levererar värme med lågt tryck och lägre temperaturer ( $80/60^{\circ}\text{C}$ ), dvs det liknar sekundärsystemet vid fjärrvärmedistribution. Ofta används direkta system med 4-rörsteknik (jfr bild 3.7), dvs värmen distribueras direkt från värmecentralen till husens radiatorer utan värmeväxlare, liksom tappvarmvattnet distribueras direkt till de enskilda förbrukarna.

I gles bebyggelse kan kostnaderna minskas med olika former av tvårörssystem. Bild 3.8 och 3.9 visar två varianter, varav den senare är en som skall prövas. Inom t ex områden med småhus eller rad- och kedjehus distribueras även fjärrvärme med fördel med gruppcentralteknik, eftersom det då räcker med en enda gemensam abonnentcentral istället för en dyrbar abonnentcentral i varje hus.

För flera av alternativen till olje- och eluppvärmning sker en gemensam värmeproduktion ekonomiska och praktiska fördelar. Det gäller bl a solvärme, värmepumpar och användning av fasta bränslen. De låga temperaturnivåerna i gruppcentralnät underlättar ett införande. En utveckling av gruppcentraltekniken för glesare bebyggelse är därför av stor betydelse.

Kostnaderna för fjärrvärmedistribution varierar från 1 öre/kWh i stadskärnor till upp till 10-15 öre/kWh för friliggande småhus (4 % realränta). För kulvertarna är arbets- och schaktningskostnaderna de dominerande. Skall centraliserad värmeförsörjning bli möjlig även i glesare bebyggelse, blir det således nödvändigt med kostnadsminskningar för själva lägningsarbetet. Detta kan uppnås genom en ökad pre-fabricering samt genom utveckling av nya kulverttyper, som ger låga nedlägningskostnader. Bild 3.10 visar en utrullningsbar kulvert, som utvecklats av Wirsbo bruk AB och som provats vid Studsvik Energiteknik AB. Vid Studsvik genomförs även försök med ytförlagda kulvertar.

Den hittills använda kulverttekniken kännetecknas också av problem med rörmaterial som är korrosionskänsliga för utifrån inträngande fukt. Skadefrekvensen inom detta område är mycket hög, vilket kräver övergång till korrosionssäkrare rörmaterial och förbättrade lägningsmetoder.

Inom energiforskningsprogrammet har gjorts omfattande laboratorietester av kulvertar med plaströr. Vid Studsvik Energiteknik AB har praktiska långtidsprov gjorts med glasfiberarmerade plaströr (GAP-rör). Försöksresultaten är ännu inte entydiga, men man tror att en kommersiell användning av GAP-rör är möjlig om vattentemperaturerna maximeras till 80 å 95°C.

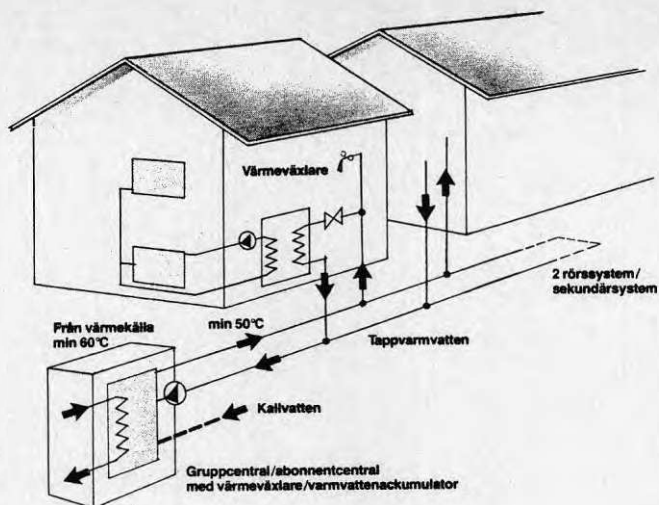
Även plaströr av klenare dimensioner för gruppcentraler och sekundärnät har studerats. Sedan år 1974 har Studsvik Energiteknik AB provat plaströr av förnätad polyeten, PEX-rör. Resultaten visar att en livslängd på mer än 50 år är sannolik om temperaturen inte överstiger 60°C. Det råder dock delad meningar om huruvida problemen med syrediffusion är lösta.

Värmedistribution med lågtemperaturteknik är av stort intresse för många av de alternativa energikällorna, främst värmepumpar, solvärme och spillvärmeutnyttjande. Låga temperaturer i distributionsnäten underlättar även användning av plaströr.

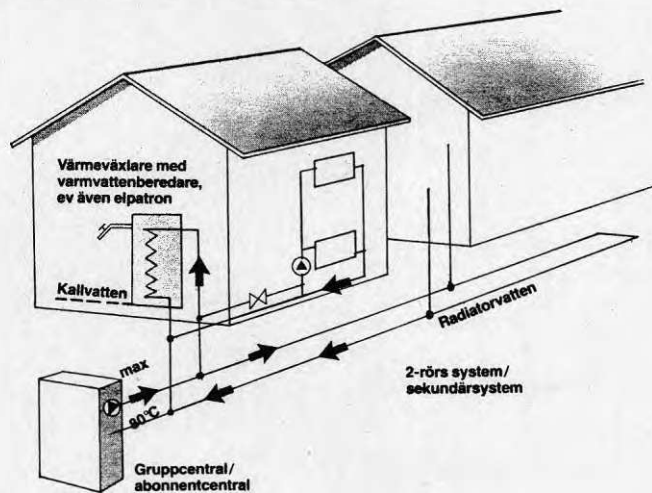
Undersökningar pågår om möjligheterna att sänka temperaturnivån i befintliga fjärrvärmenät och gruppcentralnät. Det har visat sig att värmesystemet är överdimensionerat i många byggnader, så att radiatortemperaturen kan sänkas, åtminstone efter inreglering av systemet. Sänkta inomhustemperaturer och andra energihushållningsåtgärder bidrar också till detta. Av stor betydelse för en övergång till lågtemperatur blir utvecklingen av förbättrad reglerutrustning för abonnentcentraler respektive värmecentraler.

Ny bebyggelse kan direkt dimensioneras för lågtemperatursystem. Sekundärnät och inomhusledning kan dimensioneras för så låga temperaturer (60/40°C) att nya typer av kulvertar och systemlösningar (jfr bild 3.8 och 3.9) med fördel kan användas. För att solvärme skall bli ekonomiskt utan värmepumpar är även olika typer av "extrema" lågtemperatursystem intressanta, t ex luftburen värme eller golvuppvärmning. Sådana system kan också inkopplas på ett fjärrvärmenäts returledning från befintliga bostadsområden varvid nätet kan utnyttjas ytterligare utan förstärkning.





**Bild 3.8.** Gruppcentralsystem för 2-rörsteknik och värmedistribution med tappvarmvatten. Utformas radiatorkretsen för lågtemperaturteknik, bör plastkylvert kunna användas. Med extrem lågtemperaturteknik eller med luftburen värme kommer tappvarmvattnet att bestämma temperaturnivån.



**Bild 3.9.** Gruppcentralsystem för 2-rörsteknik och värmedistribution med radiatorvattnet; kan även utformas i lågtemperaturteknik, varvid t ex elpatron värmer tappvarmvattnet när det centrala systemet ger för låg temperatur eller är avstängt sommartid. Plaströrskylvert torde kräva korrosionsfria komponenter i radiatorkretsarna.



**Bild 3.10. Utrullningsbar kulvert som utvecklats av Wirsbo  
Bruk AB och som provats vid Studsviks Energiteknik AB.**

## Energikombinat

Energikombinat är en anläggning för omvandling av energi. Från den kan man tillgodogöra sig energi av mer än ett slag.

För att erhålla godtagbar lönsamhet för energikombinatet måste produktionen ske i relativt stor skala, vilket kräver att det finns avnämare för den producerade energin. Detta innebär i praktiken att projektet lokaliseras så nära en storstadsregion, alternativt flera medelstora tätorter, att distributionsavstånden för fjärrvärme och gas blir rimliga.

## Värmepumpar

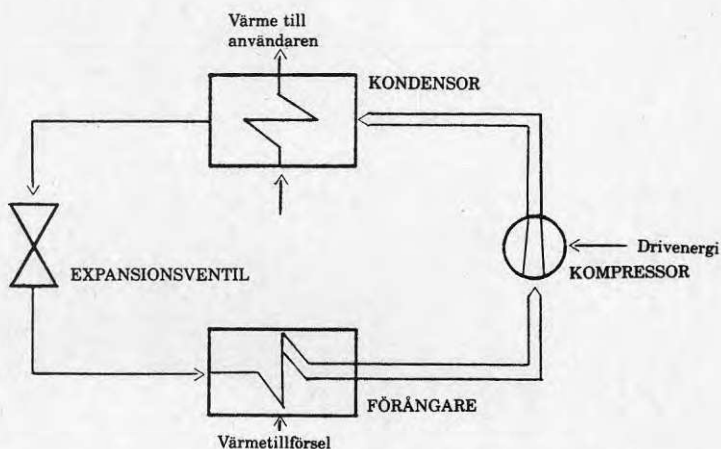
Allmänt.

Tack vare att byggnadsuppvärmning ställer relativt låga temperaturkrav är utnyttjande av värmepumpar möjligt.

Den värme som en värmepump upptar och sedan avger vid en högre temperatur, kan tas från flera olika värmekällor. Dessa har tillförts värme antingen genom solens instrålning eller som biprodukt vid annan aktivitet, alltså spillvärme finns lagrad i något medium, vanligen vatten eller luft.

Teknik.

Värmepumpen är en anordning med vilken man kan överföra värmeenergi från en lägre till en högre temperaturnivå med hjälp av en mindre del tillsatsenergi. Med värmepumpen kan man således utnyttja värmeenerginnehållet i en förhållandevis kall energikälla. I skissen nedan visas den principiella uppbyggnaden av en värmepump.



Värmepumpens funktion.

En värmepump är en apparat som tar upp värme från en värmekälla och avger värmen vid en högre temperatur än den utnyttjade värmekällans. För att temperaturhöjningen ska vara möjlig måste värmepumpen tillföras någon form av drivenergi, som sedan ingår i det värmeflöde som lämnar värmepumpen.

Värmefaktorn är ett mått på värmepumpens verkningsgrad. Värmefaktorns årsmedelvärde varierar med fabrikat, systemtyp och lokala förutsättningar.

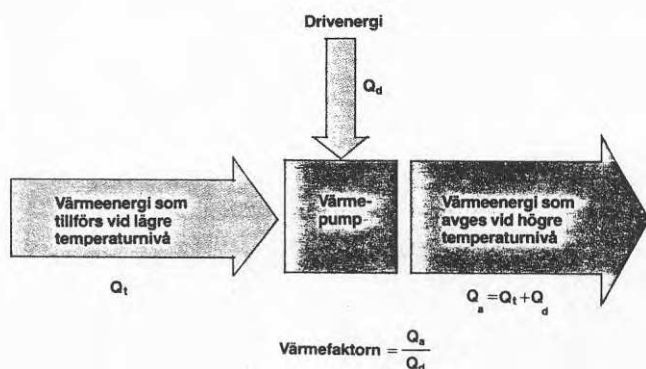


Diagram 3.11. Energiflöden hos en värmepump.

Det är inte likgiltigt vid vilka temperaturnivåer värmepumpen arbetar. För att få en hög värmefaktor skall man eftersträva att utnyttja en värmekälla med så hög temperatur som möjligt och avge värmen vid så låg temperaturnivå som möjligt.

Det finns två huvudtyper av värmepumpsprocesser, kompressorprocessen och absorbtionsprocessen. I kompressorprocessen utgörs drivenergin av mekaniskt arbete, i absorbtionsprocessen av högtemperaturvärme. För närvarande används i Sverige så gott som uteslutande eldrivna kompressorvärmepumpar.

### Framtidsutsikterna

Möjligheterna till energibesparing i den befintliga bebyggelsen med hjälp av eldrivna värmepumpar är stora. Av ca en miljon småhus med egen oljepanna bedöms 30-40 procent redan idag väl lämpade för värmepump. För befintliga hus, såväl flerbostadshus som småhus, kan enligt 1981 års energiproposition den årliga oljekonsumtionen minska med ca 7 TWh/år (0,6 miljoner ton olja) år 1990 mot en insats av 2-3 TWh el. För nyproduktionen av bostäder pekar en prognos fram till år 2000 på en besparingsmöjlighet av samma storleksordning.

För uppvärmning av industrier och övriga lokaler är de tillgängliga uppgifterna om energiförbrukning svåra att analysera. Därför finns det ett behov att närmare studera hur värmepumpen kan komma till användning inom dessa sektorer.

De teoretiska beräknade investering-, drifts-, underhålls- och energikostnaderna för eldrivna värmepumpar kopplade till gruppcentral, eller fjärrvärmesystem visar mycket konkurrenskraftiga värden. Bild 3.25 visar beräknade pay-off-tider för några olika värmepumpinstallationer. De reella investeringskostnaderna i de experimentbyggnadsprojekt som utförs stämmer också ganska väl med de beräknade.

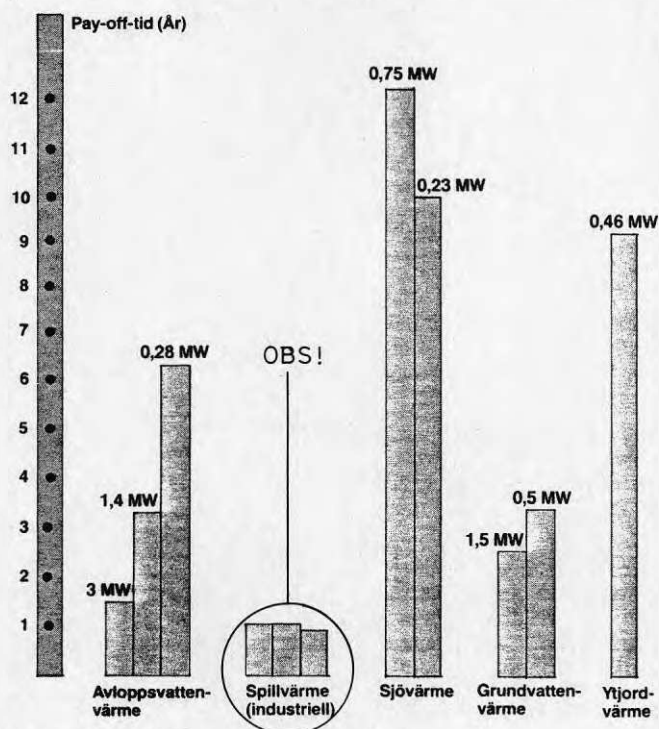


Diagram 3.25. Beräknad pay-off-tid för några olika värmepumpinstallationer. (Eldningsoljan = 20 öre/KWh. El = 20 öre/KWh. Annuitet efter 15% ränta och 15 års amortering).

Tillämpningar och ekonomi.

Genom att använda eldrivna värmepumpar till uppvärmning av byggnader kan en väsentlig minskning av oljeanvändningen ske.

Även i fjärrvärmesystem och gruppcentraler kan värmepumpar utnyttjas.

Vid storskaligt användande av värmepumpar kan spillvärme från industri eller avloppsreningsverk med fördel utnyttjas. Den långsiktiga tillgången på industriell spillvärme kan var osäker, beroende på förändringar i produktionsteknik och -volym.

Värmelagring under längre tid kan ske i jorden, så kallad djupjordvärme.

## 5.2 Oljereduktionsplanering Ett faktaunderlag

Utdrag av SIND rapport 1981:8.  
Liber Stockholm 1982.

Energi är oförstörbar.

Eftersom energi inte kan skapas och inte förstöras, utan bara omvandlas, måste definitionsmässigt den energimängd som stoppas in i en eldningsanläggning i form av bränsle vara lika med den energimängd som kommer ur anläggningen i form av värme. I praktiken är det inte så, eftersom omvandling alltid medför förluster i form av till exempel ofullständig förbränning, varma rökgaser, buller etc.

Verkningsgrad.

Den faktiska energimängd som kommer ur en eldningsanläggning dividerad med energiinnehållet i det bränsle som eldats kallas anläggningens verkningsgrad.

Vanliga verkningsgrader vid förbränning av

- olja i villapannor: 0,65 - 0,75
- olja i storskalig anläggning: 0,90
- kol i storskalig anläggning: 0,87
- skogsråvara och torv i storskalig anläggning: 0,80
- hushållsavfall i storskalig anläggning: 0,65
- lagring av värme i borrhålslager enligt modell från högskolan i Luleå: 0,60 - 0,80 (Verkningsgraden beroende av lagrets storlek.) Se avsnitt 5.9.

## Omvandlingstal.

Genom den stora betydelse olja fått för världens energiförsörjning har en för olja speciellt tillrättalagd energienhet skapats, ton oljeekvivalenter (toe), vilken förekommer flitigt i utländsk litteratur. Enheten definieras som 10 Gcal, vilket anses motsvara energiinnehållet i ett ton olja. Problemet med toe är att olika oljekvaliteter har olika energiinnehåll, vilket förtar syftet med enheten - att översätta abstrakta energimått till ett konkret, fysiskt mått. Detta har lett till en begreppsförvirring kring enheten, vilket gör den mindre lämplig att använda, utom vid grova beräkningar och åskådningsexempel.

För att underlätta sifferhantering anges i tabellen nedan faktorer för omräkning mellan de olika enheterna.

Från	Till			
	MWh	Gj	Gcal	toe
MWh	1	3,6	0,860	0,086
GJ	0,278	1	0,239	0,024
Gcal	1,163	4,187	1	0,100
toe	11,630	41,868	10	1

## MÄTTENHETER FÖR BRÄNSLEN

Olika måttenheter används för olika bränslen. Några vanliga är:

## Fossila bränseln

Olja	1 m <sup>3</sup>
Kol	1 ton
Naturgas	1000 m <sup>3</sup>

## Diverse

Hushållsavfall	1 ton
Metanol	1 m <sup>3</sup>

## Biobränslen

Torv	1 ton
------	-------

Skogsråvara mäts i ett flertal olika enheter:

m <sup>3</sup> sk	skogskubikmeter, stamvolym på bark inklusive topp.
m <sup>3</sup> f	kubikmeter fast mått, virkesvolym utan luft
m <sup>3</sup> t	kubikmeter travat
m <sup>3</sup> fpb	kubikmeter fast mått på bark inklusive barkens volym
tTS	ton torrsbstans exklusive vatten
ton färskt virke	inklusive vatten

För omräkning mellan måtten multipliceras med följande omräkningsfaktorer:

Från	Till						
	m <sup>3</sup> sk	m <sup>3</sup> f	m <sup>3</sup> s	m <sup>3</sup> fpb	m <sup>3</sup> t	tTS	ton färskt virke <sup>1</sup>
m <sup>3</sup> sk	1.0	0.8	2.0	1.0	1.0-1.4	0.2-0.5	0.4-1.0
m <sup>3</sup> f	1.2	1.0	2.5	1.3	1.2-1.7	0.3-0.6	0.6-1.2
m <sup>3</sup> s	0.5	0.4	1.0	0.5	0.5-0.7	0.1-0.2	0.3-0.4
m <sup>3</sup> fpb	1.0	0.8	2.0	1.0	1.0-1.3	0.2-0.5	0.4-1.0
m <sup>3</sup> t	0.7-1.0	0.6-0.8	1.5-2.0	0.7-1.0	1.0	0.2-0.5	0.4-1.0
tTS	2.0-5.0	1.7-3.3	5.0-7.0	2.1-5.2	2.0-5.0	1.0	2.0
ton färskt virke <sup>1</sup>	1.0-2.5	0.8-1.6	2.5-3.5	1.0-2.6	1.0-2.5	0.5	1.0

<sup>1</sup>Innehåller 50% vatten.



Energitermer och omräkningstal**Effekt.**

En värmeproduktionsanläggnings effekt, det vill säga energi per tidsenhet, har som grundenhet i det internationella SI-systemet watt (W). Till denna enhet läggs så lämpligt prefix.

Exempel: en villapanna är på 15-20 kW. Pannor för sjukhus, fjärrvärmeverk, industrier etc är på 1-100 MW.

**Energi.**

Energi är ett uttryck för effekt multiplicerat med tid. Energi förekommer i olika former, exempelvis som värme. SI-systemets energienhet är joule (J), definierat som effekten 1 watt under 1 sekund, 1 Ws.

En vanligare enhet är wattimme (Wh), kombinerat med olika prefix. En äldre enhet för energi är kalori (cal).

**Prefix.**

För att lättare hantera de stora tal som ofta är aktuella vid energiberäkningar kan olika prefix sättas framför enheten, varvid denna multipliceras med en viss faktor (tiopoten) och antalet nollor reduceras. De vanligaste prefixen är:

$$k \text{ (kilo)} = 10^3 = 1\ 000$$

$$M \text{ (mega)} = 10^6 = 1\ 000\ 000$$

$$G \text{ (giga)} = 10^9 = 1\ 000\ 000\ 000$$

$$T \text{ (tera)} = 10^{12} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000$$

$$P \text{ (peta)} = 10^{15} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000$$

Som komplement till dessa mått finns begreppen:

$$\text{- Procent torrhalt (Th)} = \frac{\text{ton absolut torr vedsubstans}}{\text{ton total substans}}$$

$$\text{- Procent fukthalt (Fh)} = \frac{\text{ton vatten}}{\text{ton total substans}} \times 100$$

$$\text{- Procent fuktkvot} = \frac{\text{ton vatten}}{\text{ton absolut torr vedsubstans}} \times 100$$

Energiinnehållet i olika bränslen.

Denna tabell visar det teoretiska energiinnehållet i diverse bränslen. Vid beräkning av utvinningsbar energi som kan erhållas multipliceras dessa siffror med den aktuella eldningsanläggningens verkningsgrad.

<u>Bränsle</u>	<u>MWh</u>
1 m <sup>3</sup> eldningsolja (E02-5)	10.8
1 m <sup>3</sup> eldningsolja (E01)	9.8
1 ton stenkol	7.6
1 000 m <sup>3</sup> naturgas	10.0
1 ton hushållsavfall	2.9
1 m <sup>3</sup> metanol	5.1
<u>Bränsle</u>	<u>MWh</u>
1 ton torv (50% vatten)	2.4
1 ton torvbricketter (10% vatten)	4.7
1 tTS halm (15% vatten)	4.2
1 tTs vass (10% vatten)	4.8
1 tTS Salix (energiskog)	4.3-5.9
1tTS björk	4.9-5.3
1 tTS gran	5.0-5.3
1 tTS tall	5.2-5.4
1 tTS bark	5.0-7.0

Kalkylmodell för hetvattenproduktion.  
Ett utdrag ur SIND rapport 1981:8

Kalkylblankett för sammanställning.

Beteckningar: E = elpris, öre/kWh  
K = personalkostnad, tkr/personår  
P<sub>a</sub> = anläggningseffekt, MW  
B = bränslepris, tkr/enhet  
B<sub>0</sub> = oljepris, tkr/m<sup>3</sup>

Anläggningseffekt (P<sub>a</sub>): \_\_\_\_\_ MW (Pannor: Bas \_\_\_\_\_ MW + Spets \_\_\_\_\_ MW +  
+ eventuell reserv \_\_\_\_\_ MW)  
Bränsle: \_\_\_\_\_ Bränslepris (B): \_\_\_\_\_ tkr/\_\_\_\_\_

INVESTERINGSUTGIFTER (1 000 kronor)

- \* Processutrustning (post 1) \_\_\_\_\_
- \* Fastbränsleutrustning (post 2) \_\_\_\_\_
- \* Bygg- och markarbeten (post 3) \_\_\_\_\_
- \* Projektering, kontroll och igångkörning (post 4) \_\_\_\_\_
- \* Räkna under byggnadstid (post 5) \_\_\_\_\_

SUMMA \_\_\_\_\_

KOSTNADSPOSTER (1 000 kronor)

- \* Kapital (post 1 - 5) \_\_\_\_\_
- \* Försäkring mm (post 6) \_\_\_\_\_
- \* Underhåll (post 7) av processutrustning \_\_\_\_\_  
av fastbränsleutrustning \_\_\_\_\_  
av mark och byggnader \_\_\_\_\_
- \* Elenergi (post 8) E= \_\_\_\_\_
- \* Personal (post 9) K= \_\_\_\_\_
- \* Bränslelager och askdeponering (post 10)  
B= \_\_\_\_\_ B<sub>0</sub>= \_\_\_\_\_
- \* Bränsle (post 11) \_\_\_\_\_

Kostnader  
1 000 kr/år | Andel %

Kostnader	1 000 kr/år	Andel %

A = summa årskostnad \_\_\_\_\_

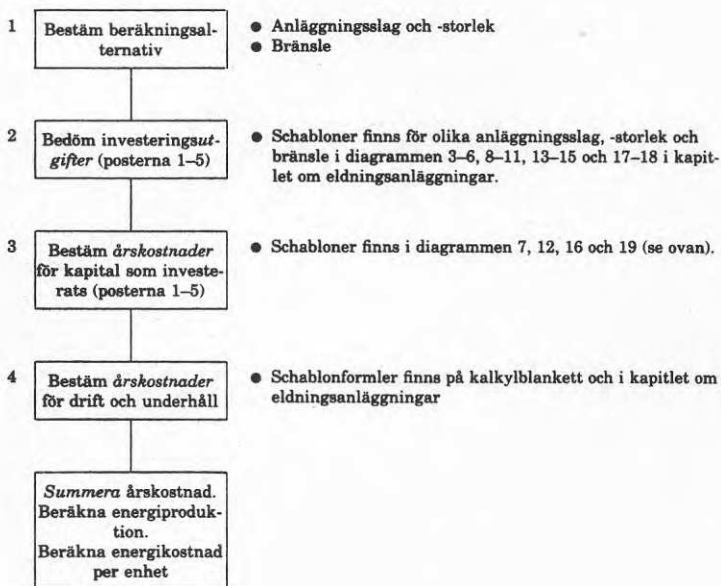
B = producerad nettoenergi vid drifttid t = \_\_\_\_\_ timmar/år (MWh/år)  
(Observera att hänsyn tagits till omvandlingsförlust i  
bränslekostnadsformeln om denna använts enligt schablon.)

C = kostnad öre/kWh  $\frac{A \times 100}{B}$

### Beräkningsgång.

Beräkningarna syftar till att bestämma årskostnaderna för en mängd producerad nettoenergi och den däremot svarande kostnaden per energienhet. I det utförnade som kalkylmodellen har här lämpar den sig alltså främst för att göra jämförelser mellan olika alternativ att producera hetvatten för fjärrvärmeleverans och sålunda träffa val om bränsle.

Nedbrytningen i elva kostnadsposter är gjord för att dels göra möjligt att sätta in lokalt giltiga data i stället för schablonantal (-formler), dels göra möjligt att variera olika antaganden om bränsle, driftsituation osv.



Kostnader och beräkningsförutsättningar.  
Angivna kostnader avser läget 1979-80 där ej annat anges.  
Kostnaderna för installation och drift av hetvattencentraler  
kan delas upp i följande delposter:

- Post 1: Processutrustning vilket omfattar panna,  
eldningsutrustning, stoftrening i förekommande  
fall, pumpar, värmeväxlare, rör och isolering,  
elutrustning, kontroll- och reglerutrustning, VVS,  
montage och kontroll.
- Post 2: Fastbränsleutrustning vilket omfattar  
mottagningsficka, silo och transportutrustning inkl  
automatik.
- Post 3: Bygg- och markarbeten vilket inkluderar  
grundarbeten, tomtplanering, fundament, byggnader,  
oljecistern etc.
- Post 4: Projektering, kontroll och igångkörning.
- Post 5: Ränta under byggnadstiden.
  
- Post 6: Försäkringar.
- Post 7: Underhåll.
- Post 8: Elförbrukning.
- Post 9: Personal.
- Post 10: Bränslelagring och askdeponering.
- Post 11: Bränsle.

Summan av posterna 1-5 avser investering och summan av  
posterna 6-11 avser drift.

Den gjorda uppdelningen är avsedd att underlätta alternativa beräkningar och variation av tekniska och organisatoriska lösningar.

Vid beräkning av kapitalkostnader, dvs kostnader för nedlagd investering, har använts värden enligt följande tabell vid 6 % ränta.

Post	Avskrivningstid, livslängd (år)	Annuitet vid ränta		
		6%	8%	10%
1 Processutrustning	20	0,0872	0,1012	0,1175
2 Fastbränsleutrustning	10	0,1359	0,1490	0,1628
3 Bygg och Mark	40	0,0665	0,0839	0,1023
4 Projektering etc	20	0,0872	0,1012	0,1175
5 Ränta under byggtid.				

Post	Kostnad för		Kostnadskarakteristik	
	Investering	Drift	Fast	Rörlig
1	x		(x)	
2	x		x	
3	x		x	
4	x		x	
5	x		x	
6		x		
7		x		x
8		x		x
9		x	x	
10		x	x	
11		x		x

### Utgångspunkter för investeringskalkylering

För att få reda på det totala ekonomiska resultatet av en oljereduktionsåtgärd måste en investeringskalkyl göras. Åtgärdens resultat är lika med summan av "intäkterna", här i form av minskade kostnader för olja, minskat med de totala drifts-, underhålls- och kapitalkostnaderna för åtgärden. Det finns olika metoder för investeringskalkylering.

För att en investeringskalkyl för en oljereduktionsåtgärd skall kunna göras krävs ett beräkningsunderlag. Siffror måste finnas för:

- Åtgärdens livslängd
- Mängd olja som reduceras genom åtgärden
- Åtgärdens investeringskostnad
- Kalkylränta
- Prisutveckling för olja samt drifts- och underhålls-kostnader för både fortsatt oljeanvändning och den alternativa åtgärden.

Valet av kalkylränta är ofta avgörande för en nuvärdeberäknings resultat, varför en diskussion om kalkylränta ägnas särskilt utrymme nedan.

Den sista punkten innebär de största svårigheterna vid kalkyleringen, eftersom den med nödvändighet kräver att en bedömning av framtiden görs. En sådan bedömning innebär alltid en osäkerhet. Ett sätt att tackla denna osäkerhet är att känslighetsanalysera investeringskalkylen, vilket behandlas nedan.

Förändrade räntekrav.

Ränteantagandet om 6 % är närmast att betrakta som ett samhällsekonomiskt reall räntekrav.

Byggnader och markarbeten:	40 år
Fastbränsleutrustning:	10 år
Övriga investeringar:	20 år

Kostnaderna för fjärrvärmefördistribution varierar från 1 öre/kWh i stadskärnor till upp mot 10-15 öre/kWh för friliggande småhus (4 % realränta). För kulvertarna är arbets- och schaktningskostnaderna de dominerande. Skall centraliserad värmeförsörjning bli möjlig även i glesare

### Energisparkostnadsmetoden

Ett sätt att beräkna en åtgärds lönsamhet är att uttrycka dess energisparkostnad. Energisparkostnadsmetoden har fördelen av att vara enkel att använda samtidigt som den beaktar viktiga kalkylfaktorer som livslängd, och årlig underhållskostnad.

En förenkling jämfört med nuvärdemetoden är att metoden bortser från inflation, energiprisutveckling och kalkylränta, vilket kan göras under antagandet att dessa faktorer är lika stora. Beräkningarna kan därigenom ske i fasta priser. Energisparkostnadsmetoden används alltså med utgångspunkt från priset på aktuellt energislag. Anpassad till oljereduktionsplaneringen är dess kriterium att de ej bör vara dyrare att reducera än att köpa en viss mängd olja.

Beräkningsgången är följande:

$$\begin{aligned} \text{Oljereduktionskostnad (öre/kWh)} &= \\ &= \frac{\text{Investeringskostnad} + \text{årlig underhållskostnad} \times 100}{\text{Beräknad oljebesparing (kWh/år)} \times \text{investeringsens längd}} \end{aligned}$$

Lönsamma investeringar.  
Investeringen bedöms som lönsam om oljereduktionskostnaden är lägre än oljepriset.

Metodens enkelhet gör att den är användbar vid en grov bedömning av en tänkbar åtgärd, men för en mer sofistikerad kalkyl har nuvärdemetoden klara fördelar.



### Värmedistribution

Värmeunderlag, planering av nät.

Vid beräkning av värmeunderlag i en tätort delar man in orten i delområden så att varje delområde i huvudsak omfattar bebyggelse av ensartad typ och struktur. Områdena kan t ex innehålla centrumbebyggelse, områden med flerbostadshus, småhusområden med små respektive stora tomter osv.

För varje delområde bestäms sedan effektbehovet och antalet presumtiva abonnenter. Med hjälp av en planimeter uppmäts netto respektive brutto markareal. Med netto markareal avses tomtmark inklusive lokalgator och mindre grönområden. Brutto markareal omfattar netto markareal samt dessutom parker, grönstråk, genomfartsleder etc.

Kostnaderna för fjärrvärmenätutbyggnaden varierar stort från fall till fall. Dels varierar kostnaden för ledningsdragningen och dels varierar utsträckningen av nätet. Allt detta gör att man inte kan ange några exakta kostnader för fjärrvärmenätutbyggnad. Totala anläggningskostnaden för fjärrvärmenät torde dock ligga i intervallet 500-800 kr/kW.

Svenska värmeverksföreningen anger i sin rapport "Kalkylunderlag för fjärrvärmeplanering" en schablonmetod för beräkning av fjärrvärmedistributionskostnader till småhusområden. Under förutsättning att ett småhusområde ligger i anslutning till andra fjärrvärmade områden kan anläggningskostnaden för lokalnät inom området samt området "andel" i föregående ledningsnät bedömas enligt sambandet:

$$1500 + 550 \cdot \sqrt{f} \cdot T \text{ kr/småhus}$$

där  $T$  = genomsnittlig tomtyta ( $m^2$ )  
 $f$  = områdesyta/summa tomtyta

Områdesytan motsvarar brutto markareal och summa tomtyta motsvarar netto markareal. Normala värden på  $f$  är för friliggande småhus 1,1 - 1,3 och för radhus 1,6 - 1,8.

Formeln gäller för gatuförlagda ledningar i exploateringsområden. Om området redan är utbyggt multipliceras uttrycket ( $550 \cdot f \cdot T$ ) med 1,25. Vid "sytt" nät multipliceras uttrycket med 0,75.

## Beräkningsschabloner och diagram

Utredning från Statens Industriverk SIND 1981:8

	PANNSTORLEK (MW)			
	Komplett 10 - 60	Baslast 10 - 60	1 - 9	0.1 - 0.9
INVESTERINGSUTGIFT (Post 1 - 5) * Diagram nummer	3 - 6	8 - 11	13 - 15	17 - 18
KAPITALKOSTNAD (Post 1 - 5) * Diagram nummer	7	12	16	19
FÖRSÄKRING (Post 6) * Diagram nummer * Schablon	3 - 6 0.7 % av total investeringsutgift	8 - 11 0.7 % av total investeringsutgift	13 - 15 0.7 % av total investeringsutgift	17 - 18 0.7 % av total investeringsutgift
UNDERHÅLL (Post 7) * Diagram nummer * Schabloner - Processutrustning - Eventuell fastbränsleutrustning - Mark och byggnader	3 - 6 2 % av post 1 3 % av post 2 1 % av post 3	8 - 11 2 % av post 1 3 % av post 2 1 % av post 3	13 - 15 2 % av post 1 3 % av post 2 1 % av post 3	17 - 18 3 % av post 1 4 % av post 2 1 % av post 3
ELENERGI (Post 8) * Schabloner - Oljeeldning - Fastbränsleeldning	0.6 x P <sub>A</sub> x E 0.7 x P <sub>A</sub> x E	1.0 x P <sub>A</sub> x E 1.2 x P <sub>A</sub> x E	1.0 x P <sub>A</sub> x E 1.2 x P <sub>A</sub> x E	0.2 x P <sub>A</sub> x E 0.3 x P <sub>A</sub> x E
PERSONAL (Post 9) * Schabloner - Oljeeldning - Koleldning - Fliseldning - Torveldning - Halmeldning	3 x K 10 x K 7 x K 10 x K -	3 x K 10 x K 7 x K 10 x K -	1.5 x K - 3 x K - 4 x K	0.02 x K - 0.06 x K - 0.5 x K
BRÄNSLELAGER OCH ASKDEPONERING (Post 10) * Schabloner - Oljeeldning (Oljelager) - Koleldning (Kollager) (Oljelager) (Askdeponering) - Fliseldning (Oljelager) - Torveldning (Oljelager) (Askdeponering) - Halmeldning (Oljelager)	21 x P <sub>A</sub> x B <sub>0</sub> +(12.8 x P <sub>A</sub> x B) + +(0.6 x P <sub>A</sub> x B <sub>0</sub> ) + +(0.6 x P <sub>A</sub> )	32 x P <sub>A</sub> x B <sub>0</sub> +(25.6 x P <sub>A</sub> x B) + +(0.6 x P <sub>A</sub> x B <sub>0</sub> ) + +(1.9 x P <sub>A</sub> )	32 x P <sub>A</sub> x B <sub>0</sub> - - - 0.6 x P <sub>A</sub> x B <sub>0</sub> - - 0.6 x P <sub>A</sub> x B <sub>0</sub>	0.7 t till 1.8 x P <sub>A</sub> x B <sub>0</sub> - - - 0.7 x P <sub>A</sub> x B <sub>0</sub> - - 0.7 x P <sub>A</sub> x B <sub>0</sub>
BRÄNSLE (Post 11) * Schabloner - Enbart oljeeldning - Koleldning (Baslast: kol) (Spetslast: olja) - Fliseldning (Baslast: flis) (Spetslast: olja) - Torveldning (Baslast: torv) (Spetslast: olja) - Enbart halmeldning	309 x P <sub>A</sub> x B <sub>0</sub> - (387 x P <sub>A</sub> x B) + (51 x P <sub>A</sub> x B <sub>0</sub> ) - (657 x P <sub>A</sub> x B) + (51 x P <sub>A</sub> x B <sub>0</sub> ) - (603 x P <sub>A</sub> x B) + (51 x P <sub>A</sub> x B <sub>0</sub> ) -	514 x P <sub>A</sub> x B <sub>0</sub> - 744 x P <sub>A</sub> x B - 1313 x P <sub>A</sub> x B - 1207 x P <sub>A</sub> x B -	514 x P <sub>A</sub> x B <sub>0</sub> - - 1313 x P <sub>A</sub> x B - - - 1488 x P <sub>A</sub> x B	206 x P <sub>A</sub> x B <sub>0</sub> - - - 525 x P <sub>A</sub> x B - - - 595 x P <sub>A</sub> x B

Övriga kostnader.

Dessa kostnader utgörs främst av drift- och underhållskostnader samt kostnader för värmeförluster i nätet.

Drift- och underhållskostnader varierar något men motsvarar normalt ca 25-30 % av kapitalkostnader för nätet.

Värmeförlusterna i nätet bestäms av främst rördimensioner och utsträckning samt isolertjocklek. Normalt brukar man räkna med ca 6-8 %.

Känslighetsanalys.

Att prognosticera framtida prisutvecklingar är vanskligt. Någon exakt bedömning kan omöjligt göras. Däremot är det möjligt att bestämma ett intervall inom vilket det framtida priset med stor sannolikhet kommer att befinna sig. Känslighetsanalys innebär att alternativa beräkningar görs, där de framtida priserna tillåts variera inom detta intervall. Den kalkylerade investeringen bedöms sedan utifrån de olika resultaten.

#### FAKTARUTA

##### Överslagsberäkning av känslighet:

- Den betraktade (kapital-)kostnadens andel av den totala kostnaden är  $x\%$
- Den betraktade (kapital-)kostnaden antas öka  $y\%$
- Detta påverkar totalkostnaden med  $x \cdot y\%$

Observera att  $x$  resp.  $y$  i denna beräkning tecknas som andelar av 1,0, t ex  $25\% = 0,25$

#### FAKTARUTA

Överslagsberäkning av känslighet utförs på samma sätt som under A ovan. Eftersom kapitalkostnaden är sammansatt av kostnader för enheter med olika livslängd bör man i överslag förenkla genom att t ex beräkna  $y$  som relationsändringen mellan annuitetsfaktorerna vid 20 år. Dessa är:

vid räntekrav	4%	6%	8%	10%	12%	15%
annuitetsfaktor	0,07358	0,08718	0,10185	0,11746	0,13388	0,15976

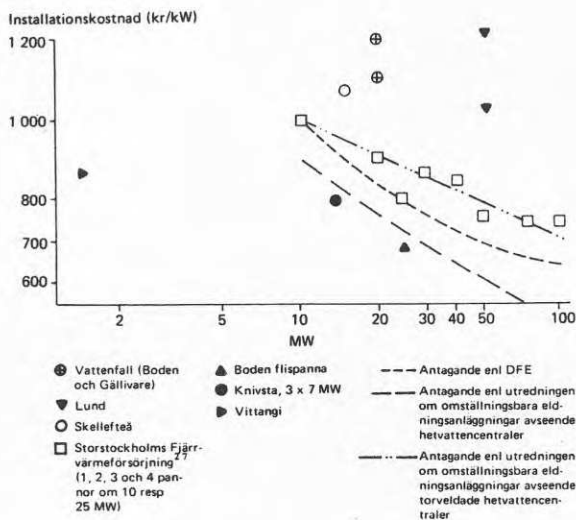
### Investeringsuppgifter och kapitalkostnader Post 1-5

Beroende på lokala förutsättningar, val av utformning av anläggningen m m kan kostnaderna för likartade anläggningar variera avsevärt från fall till fall. Kostnadsfunktionerna, som återges i diagram, baseras på en genomgång av offerter, utredningar etc. Investering är given som en funktion av anläggnings- eller panneffekten. Även de olika delposterna är inritade.

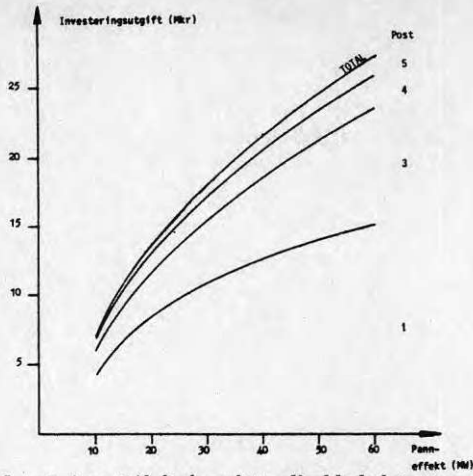
Det har inte varit möjligt att detaljstudera alla typer och kombinationsmöjligheter av utrustning. Ett urval har därför gjorts som främst baseras på den tillgängliga information som finns att tillgå. Med andra val av pannor, lagersystem etc kan därför stora avvikelser råda.

De pannverkningsgrader som använts är:

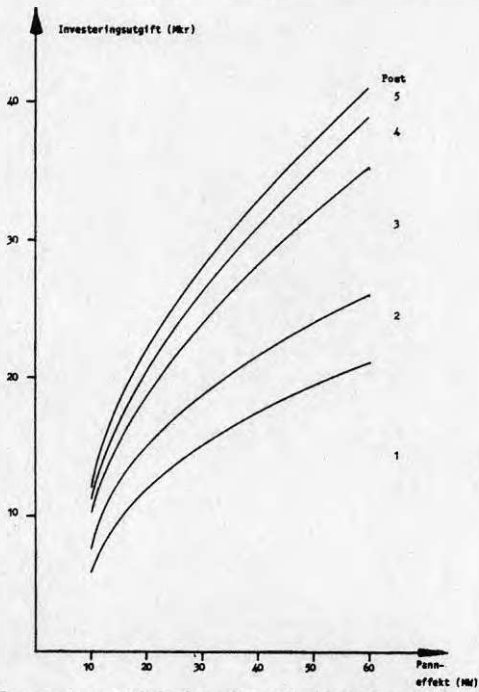
- oljeeldade anläggningar 90 %
- koleldade anläggningar 85 %
- torv-, flis-, halmeldade anläggningar 80 %



(Källa: Förnybara energikällor, DFE-rapport nr 21 och 22)



Investeringsutgift för kompletta oljeeldade hetvattencentraler.



Investeringsutgift för kompletta gaseldade hetvattencentraler.

Försäkringar-, underhålls- och elenergikostnader Post 6-8

Försäkringar och allmänna omkostnader (post 6) beräknas uppgå till 0,7 % av totala anläggningskostnaden.

Underhållskostnaden (post 7) beräknas schablonmässigt i detta sammanhang enligt följande antaganden:

	Stora och medel- stora	Små
Underhållskostnader för processutrustning procentuell andel av post 1	2 %	3 %
Underhållskostnader för fastbränsle- utrustning, procentuell andel av post 2	3 %	4 %
Underhållskostnader för mark och bygg- nader, procentuell andel av post 3	1 %	1 %

I olika sammanhang brukas skilda procenttal för beräkning av underhållskostnaden. Ovanstående procenttal utgör en form av medelvärde varför smärre variationer kan föreligga beroende på systemval etc.

Elenergiförbrukningen (post 8) hos pumpar, fläktar och övrig elutrustning uppgår vid enbart oljeeldning till ca  $20 \text{ kWh}_{el}/\text{MWh}_{\text{värme}}$ .

Vid fastbränsleeldning ökar elförbrukningen med ca  $5 \text{ kWh}_{el}/\text{MWh}_{\text{värme}}$  pga alla motorer i fastbränslehanteringssystemet.

Elförbrukningen beräknas således med hjälp av värmeproduktionen som i sin tur ges av följande generella formel:

$$P \cdot t \text{ MWh}_{\text{värme}}$$

där P = anläggningseffekten i MW och t = drifttiden i h/år.

Med ett elpris om E öre/kWh fås i de olika fallen:

Kompletta hetvattencentraler

Oljeeldade:  $0,60 \cdot E \cdot P(1000 \text{ kr/år})$

Fastbränsleeldade:  $0,75 \cdot E \cdot P(1000 \text{ kr/år})$

Stora och medelstora hetvattencentraler för baslast

Oljeeldade:  $1,0 \cdot E \cdot P(1000 \text{ kr/år})$

Fastbränsleeldade:  $1,25 \cdot E \cdot P(1000 \text{ kr/år})$

Personalkostnader Post 9

Bränslets renhet styr personalbehovet. Det ökade arbetsbehovet vid fastbränsleeldning är således starkt beroende av bränslets renhet och homogenitet. Med ett fint och rent bränsle torde arbetskraftbehovet inte väsentligt överstiga vad olja kräver. Sågverk, som i sågspån har ett homogent och rent bränsle, utgör exempel på sådana anläggningar som kan utnyttja fastbränsle på ett icke-personalkrävande sätt.

I de fall som blir aktuella i fjärrvärmesammanhang torde emellertid mindre rena bränslen bli använda. Man kan således räkna med ett ökat personalbehov för manuell övervakning av främst intransport och slaggrensning - vilket är ett personalkrävande moment.

I Växjö, där man installerat en 30 MW flisugn, ökar personalbehovet med 5 man. Här förutsätts att stora fastbränsleeldade anläggningar kräver bemanning dygnet runt. Med 5-skift och en man i reserv plus förman uppgår personalbehovet till 7 man för fliseldade anläggningar. Kol och torv, som är mer besvärliga pulverformiga bränslen, antas förorsaka ett ökat personalbehov om ytterligare 3 man.

Sammanfattning av antaget arbetskraftsbehov:

Pannstorlek (MW)	Bränsle	Personal (st)
10-60	Olja	3
	Kol	10
	Flis	7
	Torv	10
1-9	Olja	1,5
	Flis	3
	Halm	4

Bränslelagrings- och askdeponeringskostnader Post 10

Enligt ÖEF gäller för värmeverk att lagringsplikt för olja föreligger om oljeförbrukningen under en treårsperiod överstiger 10 000 m<sup>3</sup>. Med en medeldrifttid om 3 000 h/år och en pannverkningsgrad om 90 % kan man beräkna att oljelagringsplikt föreligger om effekten överstiger 16 MW. Anläggningar mindre än detta når således inte upp till denna oljeförbrukning. Här har dock räknats med samma procentuella lagringsbehov för beredskap för oljeeldade anläggningar med en effekt överstigande 1 MW.



### Lagring av bränslen.

Det föreligger som nämnts lagringsplikt för olja. Beträffande storleken av detta lager hänvisas till ØEF. Dessutom finns angivet i kommentarerna till Svensk byggnorm att de anläggningar som inte kan omställas direkt till eldning med fasta bränslen skall ha ytterligare oljelager om ca 5/12 av årsförbrukningen.

I dagens läge förekommer ingen lagringsplikt för kol. Då kol är ett importbränsle kan emellertid förväntas att lagringsplikt för kol kommer att införas. De kolpannor som här förutsätts bli använda kan relativt snabbt konverteras till förbränning av inhemska bränslen. Av denna anledning antas att lagringsplikten för kol kommer att motsvara ca 40 % av totala årsförbrukningen.

I de olje- och koleldade pannorna tillkommer ett driftlager som här antagits svara mot 30 dygns drift. För spetslastpannor och reservpannor antas att oljelagret motsvarar en veckas drift vardera.

Oljelagringskostnaden avser endast ränte- och varmhållningskostnader för oljan. Räntekostnaden på lagret räknas efter räntesatsen 6 % och avser hela beredskapslagret (egentligen endast 85 % av totala lagret) plus i medeltal halva det egna lagret. Varmhållningskostnaden motsvarar 1 % av lagret. Räntekostnaden för kollagret beräknas på liknande sätt. Dessutom tillkommer 2 % för de substansförluster som kan förväntas vid långtidslagning av stybbskol.

I beräkningarna har förutsatts att stenkol i medeltal innehåller 10 % aska och att den slutliga deponeringen kostar 25 kr/ton. För torv har antagits att askhalten är 4 % (räknat på andelen torrsubstans) och deponeringskostnaden är densamma som för kol. För flis och halm, där askan utgör ett relativt gott gödningsämne, har här förutsatts att askan tas om hand av bönder eller andra utan någon kostnad eller intäkt för värmeverket.

I den följande tabellen ges kostnadsfunktionerna för askdeponering:

Bränsle	Kostnadsfunktion (kr/år)	
	Kompleta hetvattencentraler	Baslastpannor
Kol	587 · P	1940 · P
Torv	364 · P	1206 · P

Bränslekostnader Post 11

Bränsleförbrukningen ges generellt av följande uttryck:

$$\frac{P \cdot t}{\eta} (\text{MWh/år})$$

där P = anläggningseffekten (MW), t = drifttiden (h/år) och  $\eta$  = verkningsgraden i anläggningen. I den följande tabellen ges kostnadsfunktionerna för beräkning av bränslekostnaden i de olika fallen. Verkningsgraden för oljeeldade anläggningar har satts till 80 %. De drifttider som använts är 5000 h/år för baslastpannor, 1000 h/år för spetslastpannor samt 2000 h/år för små pannor.

Kostnadsfunktion (kr/år)				
Bränsle	Kompleta hetvatten-centraler	Stora hetvatten-centraler	Medelstora hetvattencentraler	Små pannor
Olja	309 P BPO	514 P BPO	514 P BPO	206 P
Kol	387 P BPK + 51 P BPO	774 P BPK	—	—
Flis	657 P BPF + 51 P BPO	1313 P BPF	1313 P BPF	525 P BPF
Torv	603 P BPT + 51 P BPO	1207 P BPT	—	—
Halm	—	—	1488 P BPH	595 P BPH

Med BPO, BPK, BPF BPT och BPH avses bränslepris för respektive olja, kol, flis, torv och halm. Prisangivelserna för respektive bränsle skall anges i enheterna:

BPO kr/m<sup>3</sup>  
 BPK kr/ton kol  
 BPF kr/ton torrs substans (TS)  
 BPT kr/ton torrs substans (TS)  
 BPH kr/ton torrs substans (TS)

I kostnadsfunktionerna enligt ovan har för fastbränslepannor försumrats den oljemängd som är nödvändig för att starta upp pannan efter driftstopp.

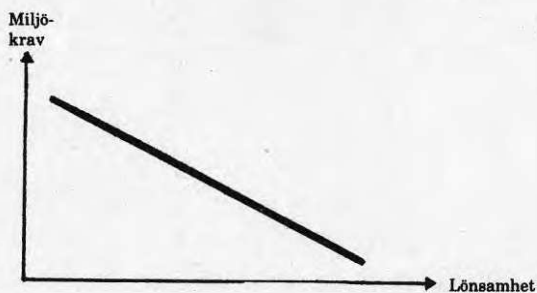
Elenergi 20 öre/kWh.

Tung eldningsolja	1 400 kr/m <sup>3</sup>
Kol	500 kr/m <sup>3</sup>
Flis	450 kr/ton TS
Torv	280 kr/ton TS
Halm	265 kr/ton TS

Flispriset motsvarar ca 75 kr/m<sup>3</sup>s blandflis. Torvpriset ca 140 kr/ton 50 % fuktig frästörv inkl viss transport.  
Halmpriset ca 213 kr/ton 20 % fuktig halm.

### Miljö och ekonomi

Faktorerna miljö och ekonomi måste betraktas parallellt vid varje bedömning av kolprojekt, eftersom de är ömsesidigt beroende; ju lägre miljökrav desto bättre ekonomi.



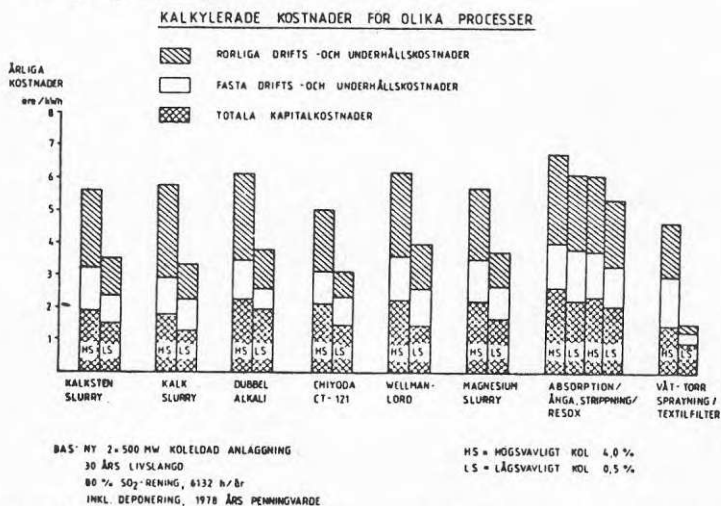
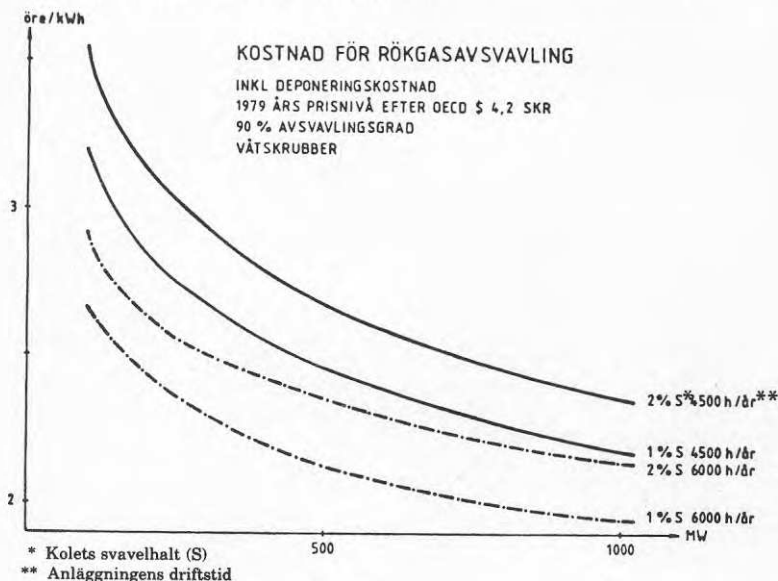
Detta ömsesidiga beroende existerar för de allra flesta aktiviteter eftersom miljövärd kostar.

## Åtgärder för att minska miljöstörningarna

Stoftet i rökgaserna kan med känd teknik avskiljas till ca 99,5 % genom användande av elektrofilter eller textila spärrfilter. Driftskostnaden för stoftreningsutrustning, inklusive kapitalkostnaden, beräknas till storleksordningen 0,5 öre per producerad kWh. Den avskilda kolaskan kan användas bl a annat som fyllning vid vägbyggen och beståndsdel i betong.

Svavelutsläppen kan minskas med olika metoder.

Nedan ges två exempel på kalkyler som beaktar de flesta av de kostnadspåverkande faktorerna.



Källa: "Avskiljning av svavel- och kväveoxider ur rökgaser" (Rapport 193, Ingenjörsvetenskapsakademien 1981).

### Pris- och kostnadsjusteringar med hjälp av index

Pga inflation och relativprisförändringar blir pris- och kostnadsangivelser snart inaktuella. För att kunna utnyttja äldre kostnadsuppgifter på ett meningsfullt sätt krävs någon metod för att räkna om kostnaderna till dagens prisnivå. Härför utnyttjas ofta index (Sveriges officiella statistik, Statistiska Centralbyrån) av olika slag.

Grundpriset för anläggningen anses vara sammansatt av följande delar:

- av prisändringar oberoende del 10 %
- materialkostnader 25 %
- arbetskostnader 65 %

Materialkostnaden varierar i förhållande till Producentprisindex för järn och stål, SNI 3710, kol 25, basår 1968.

Känner man, som i fallet för pannanläggningar, arbets- respektive materialkostnadsandelen för en anläggning kan man således erhålla en bättre indexkorrigering än om endast en indexserie används. Detta är dock inte alltid fallet. Oftast, vilket också gäller för de flesta kostnadsangivelserna i denna utredning, känner man endast totala anläggnings- eller framställningskostnaden. Det är alltså önskvärt att ha tillgång till en indexserie som kan utnyttjas för dessa fall. Maskinprisindex eller Producentprisindex för verkstadsindustrin (kol 33) utgör ett par tänkbara index för att få en uppfattning om kostnadsutvecklingen.

I tabellen nedan visas effekterna av priskorrigering med några olika index för att ge en uppfattning om hur dessa inverkar.

Typ av index	Index 1975	Index dec 1979	Procentuell ökning
Konsumentprisindex	347	537	51,9
Arbetskostnadsindex, kol.80	141,05	218,7	55
Producentprisindex, kol.334	179	259	44,7
Maskinprisindex	100	147,8	47,8

Genom att utnyttja den tidigare beskrivna metoden för pannanläggningar, och de i tabellen angivna talen för kostnadsökningar, kommer en anläggning som år 1975 kostade 1 prisenhet att mot slutet av år 1979 kosta:

$$0,1 \cdot 1 \cdot 1 + 0,25 \cdot 1 \cdot 1,315 + 0,65 \cdot 1 \cdot 1,55 = 1,436$$

Prishöjningen på anläggningen är således 43,6 %. Man ser att Producentprisindex, kol.33, relativt väl ansluter till detta värde på kostnadsökningen för pannanläggningar. Emellertid är det osäkert om priskorrigeringar med detta index gäller med samma noggrannhet för andra energiproduktionssystem.

Det bör dock hållas i minnet att de kostnadsangivelser som redovisas i utredningen ofta basera på ett relativt osäkert material varför valet av index måhända inte är av kritisk natur.

### 5.3 Varaktighetsdiagram för energiförbrukning

Drifftider i hetvattencentraler och hetvattenpannor. Drifftiden för en komplett hetvattencentral har beräknats utgående från det bifogade diagrammet. Diagrammet utgör ett varaktighetsdiagram för värmeförbrukningen i en mellansvensk stad.

Med  $P_A$  avses den anslutna värmeeffekten, dvs abonnenternas sammanlagda effektbehov. På grund av att alla abonnenterna inte samtidigt utnyttjar hela sitt maximala effektbehov så utnyttjas inte hela den installerade effekten i panncentralerna.

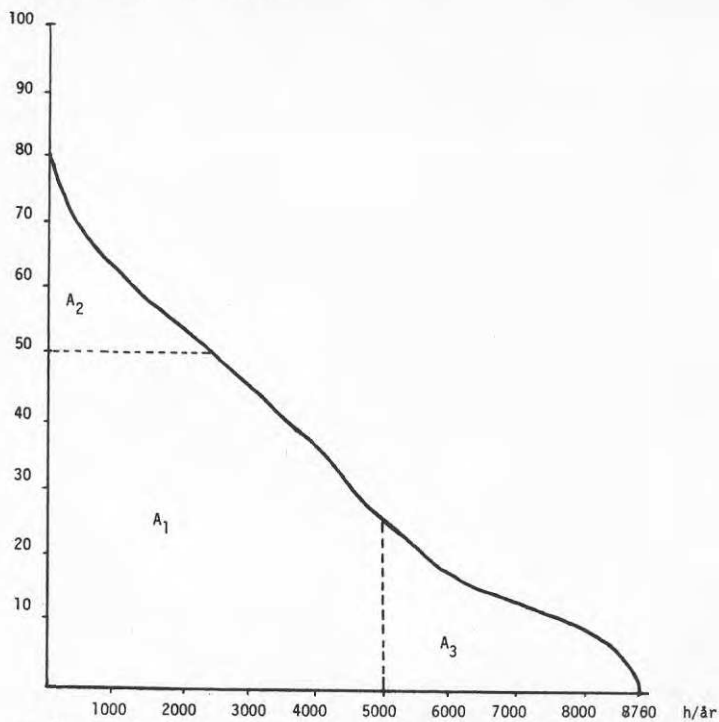
Om vi med  $P_S$  avser den maximalt sammanlagrade effekten, dvs den effekt som abonnenterna i praktiken maximalt uppnår tillsammans antas följande uttryck gälla:

$$P_S = 0,8 \cdot P_A$$

Vi antar att den installerade panneffekten i anläggningen (exkl reservpannor) motsvarar  $P_S$ . Detta förhållande gäller med god approximation för mindre fjärrvärmesystem.

Ytan under kurvan i varaktighetsdiagrammet motsvarar den totala energianvändningen under året. Genom att dividera denna yta med den totala anslutna effekten erhålles utnyttjningstiden för denna effekt (i detta fall ca 3000 h/år). På grund av bl a geografiskt läge kan utnyttjningstiden för fjärrvärmesystem variera högst betydligt. För en ort i Skåne är denna exempelvis betydligt kortare än för en ort i Norrland. Det bifogade varaktighetsdiagrammet speglar som nämnts situationen i en mellansvensk ort men torde dock ge en relativt god approximation för att kunna användas vid förprojektering.

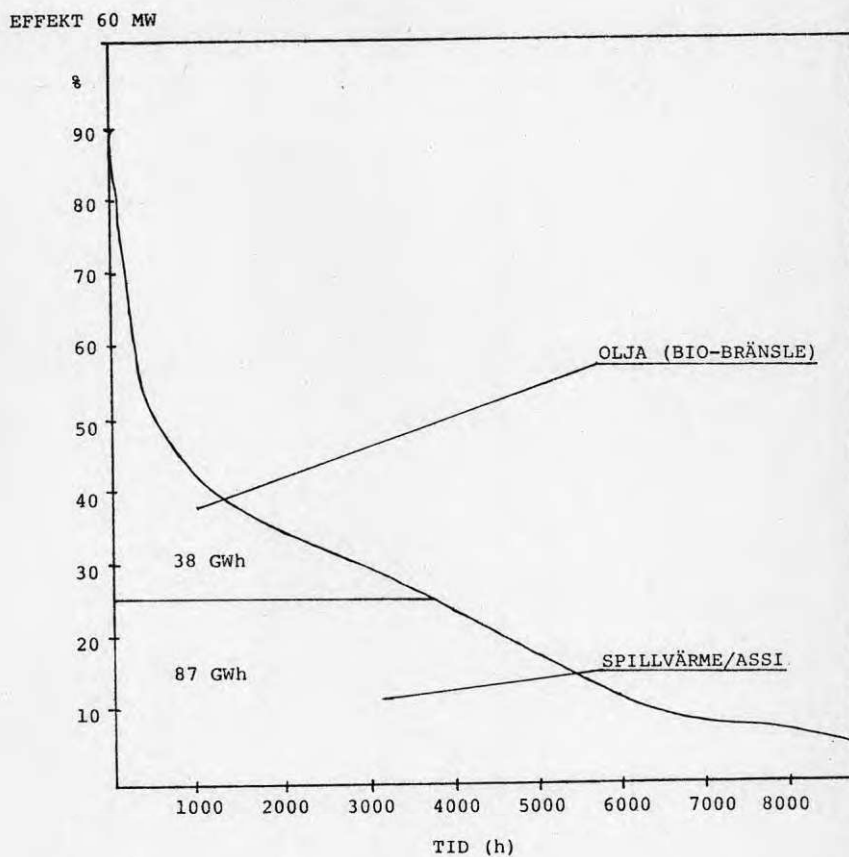
% av maximala värmeeffekten



Varaktighetsdiagram för värmeförbrukning i en mellansvensk stad.



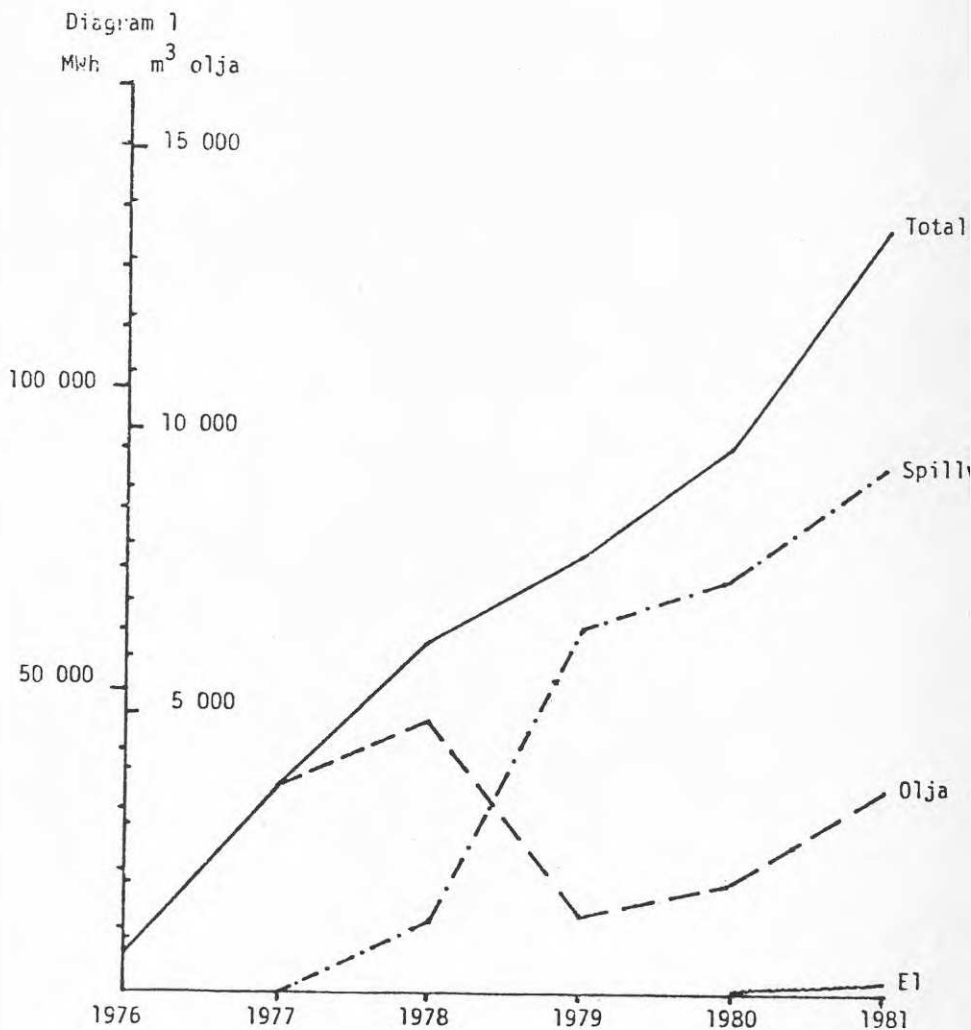
Energiverket i Piteå.  
Varaktivitetskurva för Centrala PITEÅ 1982



5.4 Energiförsörjning 1982 i Piteå kommun.  
En sammanfattning.

Nuläget.

Utbyggnaden av Energiverkets fjärrvärmesystem påbörjades 1975 och spillvärmeleveranserna från ASSI påbörjades 1978. Diagram 1 visar Piteå Energiverks fjärrvärmeproduktion åren 1978-1981 samt fördelningen mellan olika energislag. I diagrammet ingår även Energiverkets olje- och eldrivna värmecentraler. Från och med 1979 svarar dessa för i stort sett hela Energiverkets olje- och elproducerade värme, medan det centrala fjärrvärmenätet så gott som uteslutande använder överskottsvärme från ASSI.



Av diagrammet framgår att Energiverket 1981 producerade 122 500 MWh värme. Därav svarade spillvärmelieferanserna från ASSI för 86 300 MWh medan den oljeproducerade värmen utgjorde 34 800 kWh. Den elproducerade värmen utgjorde en försvinnande liten del av Energiverkets totala produktion. Diagrammet visar också att spillvärmen motsvarade en oljeförbrukning på 9 300 m<sup>3</sup> olja.

Antalet lägenheter anslutna till Energiverkets fjärrvärmeanläggningar inklusive de olje- och eluppvärmda centralerna uppgick 1981 till ca 4 250 varav endast ca 275 var en- och tvåbostadshus.

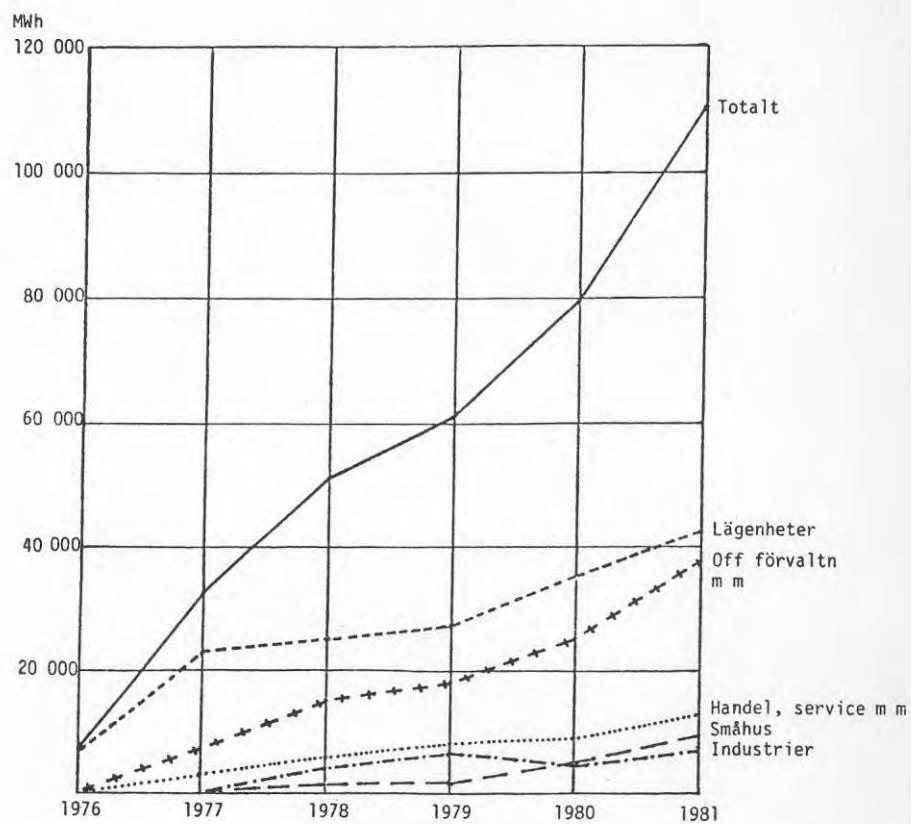
Av Energiverkets totala fjärrvärmelieferanser 1981 på 110 200 MWh gick 51 800 MWh till uppvärmning av bostäder medan resten går till industrier, offentlig förvaltning, servicesektorn m m.

Prognos för 1982.

För 1982 beräknas att 130 000 MWh värme skall produceras. Av det beräknas spillvärmelieferanser svara för 87 000 MWh, oljeproduktion för 39 200 MWh och el för 3 800 MWh.

Som framgår av ovanstående antages 1982 innebära en mycket blygsam utveckling. Det beror på att utbyggnaden av ledningar till flerbostadsområden för närvarande är låg. Inom kommundelarna Furunäset, Ujebyn m fl finns ett antal presumtiva abonnenter som kan tänkas medföra viss utbyggnad under 1983.

Energiverkets fjärrvärmelieferanser under åren 1976-81 har fördelat sig på olika grupper av användare enligt nedan.



## 5.5 Borrhålslager i berg för värmelagring

Förutsättningar, anläggningskostnader, förundersökning. Ett utdrag ur rapport från utförda arbeten vid Högskolan i Luleå, BFR projektnummer 810181-8. Se litteraturförteckning.

Borrhålslager i berg.

Borrhålslager i berg är en storskalig metod att omhänderta ett värmeöverskott under sommarhalvåret så att detta värmeöverskott kan utnyttjas under vinterhalvårets underskottsperioder.

Metoden har studerats i ett flertal utredningar.

Lagret är avsett att utgöra en del av ett energikombinat. Omfattningen på energikombinatet kan variera beroende på lokala förutsättningar.

Energikombinat och värmelager i berg.

Som exempel på objekt som kan ingå i ett fullt utbyggt energikombinat kan anges:

Värmetillförsel till lager (laddning under sommarhalvåret)

- Spillvärme från processindustrin.
- Kylvatten från sopförbränningsanläggningar kopplade till fjärrvärme, där fjärrvärmenätets belastning under sommarhalvåret är lägre än sopförbränningsanläggningens kylvattenbehov.
- Elöverskott vid låglast.
- Solvärme.

Värme från lager (uttag under vinterhalvåret).

- Vid temperaturförhöjning med värmepump.
    - \* Uppvärmning via fjärrvärmesystemet.
    - \* Varmvatten till bostäder och industri.
  - Användning av lagrets värme utan värmepumpsanslutning.
    - \* Uppvärmning där temperaturområdet 25-70 grader kan utnyttjas.
      - / Byggnader med lågtemperatursystem.
      - / Processindustrier med stora energibehov i lågtemperaturområdet, exempelvis proteinproduktion, växtproduktion i stor skala.
- (Detta område är av speciellt stort intresse, pga den pågående industriella utvecklingen.)

Sammanfattning

Allmänt.

Resultat från ett flertal pågående eller tidigare utförda teoretiska studier och praktiska försök indikerar att borrhålslagret kan vara ett konkurrenskraftigt alternativ till andra storskaliga värmelagringsmetoder. Tillsammans med nämnda studier och försök visar de i denna rapport redovisade fältförsöken att borrhålslagret nu kan anses moget att i större skala testas i en experiment- och demonstrationsanläggning.

Förutsättningar för borrhålslager i Luleå.

Inom SSAB i Luleå produceras brännbar gas, vilken leds till Luleå Kraft AB (LUKAB) kraftvärmeverk för samtidig produktion av el och värme. Under hela sommarhalvåret uppkommer ett överskott av värme från kraftvärmeverket förutsatt att en masugn är i drift. Fjärrvärmedistributionen i Luleå bedrivs i Luleå Energiverks (LEAB) regi.

Byggnaderna vid Högskolan i Luleå försörjs med värme från fjärrvärmenätet. För experiment- och demonstrationsanläggningen planeras att den största byggnaden F eller "Gula huset" betjänas av värmelagret eftersom lagret då kan ges en lämplig storlek där fullskaleteknik kan provas och demonstreras till rimliga kostnader. Ett lämpligt markområde där lagret kan placeras finns i nära anslutning till byggnaden.

Byggnadens värmebehov är ca 2,7 GWh/år.

Värmelagret vid Högskolan består av en cirkulär cylindrisk bergkropp med volymen 100 000 m<sup>3</sup> med en diameter av 50 m. I berget borrar 144 st vertikala hål vars aktiva längd är 50 m. Hålens diameter är 150 mm. Värme till- och bortförs genom att lagrets vatten cirkuleras mellan borrhålen och olika värmeväxlare. Systemet är av sköppen typ. Lagrets placering vid byggnaden framgår av figur 6.1. Lagret utförs så att en radiell värmegradient kan upprätthållas. Medeltemperaturen i lagrets bergmassa ändras ca 35°C under urladdningen.

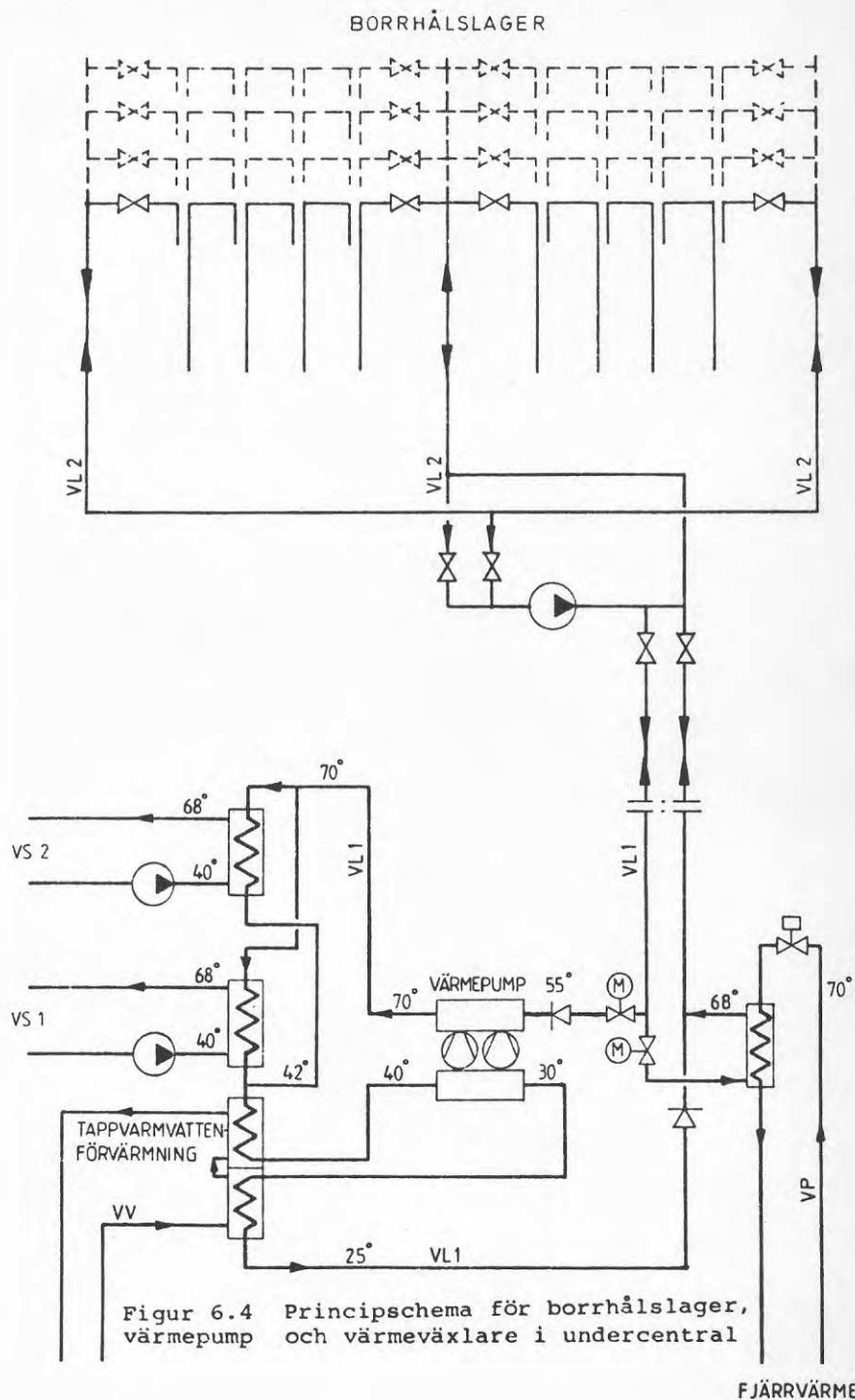
Väremtillförsel sker genom att lagrets naturliga vatten värms via fjärrvärmesystemet. Den maximala laddningseffekten är 1,5 MW. Uppladdningen bör pågå i ca 6 månader per år.

Värmeuttag sker genom att lagrets vatten avger värme till byggnadens sekundärvärmesystem, se Principschema figur 6.4. Vid behov höjs temperaturen med hjälp av en värmepump.

Den maximala uttagseffekten är 600 kW. Värmepumpen äger en effekt av 300-400 kW.

Sekundärsystemen kommer inte att påverkas av anslutningen. Den nu befintliga undercentralen kan alltid omedelbart ersätta eller komplettera lagret.

Principschema för värmelager vid Högskolan i Luleå.





## Anläggningskostnader.

Material och komponenter har specificerats varefter kostnaderna har beräknats i samråd med entreprenörer.

Mark och bygg:	kk
Geologiska förundersökningar	260
Borrning i berg (Ø 150 mm)	
144 hål, 50 m djupa, 7200 m å 110 kr	790
144 hål, 5 m i jord,	
foderrör 2500 kr/hål	360
10 borrhål för temperaturmätning,	
100 m	140
Schaktning och planering	95
Staket 350 m å 150 kr	50
Vägar och körrytor	20
Schaktning för kulvert 50 m	10
Återställning av ovanstående	25
Pumpgrop	45
Täckning av lagrets överyta	60
Inbyggnad i transportkulvert	20

Summa mark och byggnadskostnader kkr 1875

	kk	
	Inköp	Montage
Mekaniska installationer		
Värmeväxlare 3-400 kW värmeeffekt	350	50
Cirkulationspumpar i rörsystemen (se fig 6.4):		
VS1	10	3
VS2	10	3
VL1	40	8
VL2	15	3
Värmeväxlare i systemen:		
VP rörvärmväxlare 70 m <sup>2</sup>	80	15
VS1 plattvärmväxlare 50 m <sup>2</sup>	60	15
VS2 plattvärmväxlare 50 m <sup>2</sup>	60	15
VV plattvärmväxlare 20 m <sup>2</sup>	30	8
Flyttning av befintliga system		30
Kostnader för rör och komponenter exkl pumpar samt montage i de olika rörsystemen:		
VP stål, 15 m rör	10	15
VS1 och VS2 stål, 70 m rör	30	30
KV koppar, 8 m rör	2	2
VV koppar, 12 m rör	4	4
VL1 SS stål 2343, 370 m rör	180	150
VL2 ABS plast, 9700 m rör	300	150
Hjälpssystem	20	20
<u>Summa kkr</u>	<u>1200</u>	<u>520</u>
<u>Summa mekaniska installationer kkr</u>	<u>1720</u>	

Elektrisk utrustning:	
	kkkr
Kraftmatning:	
Värmevåg	75
Övrigt	50
Styrustrustning för systemen (regler- central, ställdon, givare, installation):	
VP1	20
VS1	20
VS2	20
VL1 och VL2	30
Förreglingar	30
Start-, stopp- och larmutrustning	
Signalkabel mellan lager och under- central, 20 ledare 200 m å 10 kr	40
<u>Summa kraftmatning och styrsystem kkr</u>	<u>335</u>

Sammanställning av anläggningskostnader:	kkkr
Bygg och mark	1875
Mekaniska installationer	1720
Elinstallationer	335
Projektering och projektledning	615
Övriga gemensamma kostnader hänförlbara till experimentbyggande	1255
<u>Total anläggningskostnad kkr</u>	<u>5800</u>

Dessutom krävs att lagret tillförs en energimängd vid start så att fortfarighet med konstanta årliga förluster uppnås. Denna energimängd har beräknats till ca 3 GWh.

### Ekonomi för ett fullt stort borrhålslager

För att belysa investeringsbeloppets utveckling vid ökande anläggningsstorlek har uppskalningsexponenten uppskattats för olika anläggningsdelar enligt:

$$K = k \cdot a^b$$

K = kostnad för den större enheten

k = kostnad för den mindre enheten

a = uppskalningsfaktor

b = uppskalningsexponent

Nedan har investeringsbeloppet för ett 10 gånger större lager beräknats utifrån det aktuella 2 GWh-lagret. Skalfaktorn är alltså 10. I tabellen anges uppskalningsexponenten. Höga tal (t ex för borrhning) anger små fördelar i den stora skalan.

Investeringsbeloppet för det större lagret blir 25 Mkr. Den motsvarande uppskalningskoefficienten är 0,65. Detta värde är mycket vanligt för t ex processanläggningar men torde inte vara giltigt för ännu större lager. Ytterligare kostnadsänkning för det större lagret kan nås om de minskade värmeförlusterna beaktas.

	2 GWh S:a kkr	Uppskal- ningsex- ponent	20 GWh S:a kkr
Mark och Bygg			
Borrhningar	1,15	0,9	9,1
Övrigt	1,65	0,3	3,3
<u>Mark o bygg, summa kkr</u>	<u>2,8</u>		<u>12,4</u>
Mekaniska installationer:			
Värmepump	0,40	0,8	2,5
Värmeväxlare	0,28	0,7	1,4
Kulvert och pumphar	0,32	0,6	1,3
Rör i lagret	0,45	0,9	3,6
Övrigt	1,05	0,4	2,6
<u>Mek inst, summa kkr</u>	<u>2,05</u>		<u>11,4</u>
Elektrisk utrustning	0,48	0,4	1,2
Summa investering för värmelager Mkr	5,8	(0,63)	25
<u>Specifik investering</u>	<u>2,9</u>	<u>kr/kWh</u>	<u>1,3</u>

De årliga kostnaderna för det större lagret kan beräknas. Nedan har antagits att de specifika driftkostnaderna är oförändrade. Kalkylen visar att lagret når lönsamhet vid låga förräntningskrav.

	2 GWh	Uppskal- ningsex- ponent	20 GWh
Intäker och kostnader.			
Levererad energi	0,44	1	4,4
Driftkostnader	-0,24	1	-2,3
Kapitalkostnader vid 8% annuitet	-0,47	-	-2,0
	-0,27		0,1
Värmekostnad vid 8 % annuitet och ovanstående kostnader (öre/kWh)	35		22

Kostnaderna för det större lagret sjunker ytterligare om de minskade värmeförlusterna beaktas. Om förlusterna minskar från 60 till 80 % blir lagringsförmågan 27 GWh och värmekostnaden 16 öre/kWh.

## 5.6 Lager och förordningar i samband med anläggningar för energianvändning och värmeproduktion

Sammanfattande beskrivning av vissa lagar och förordningar

### SAMMANFATTANDE BESKRIVNING AV VISSA LAGAR OCH FÖRORDNINGAR

Lag/Förordning	Utformning	Omfattning	Krav på prövning	Krav vid ansökan	Tid för prövning	Villkor för tillstånd	Kopplingar till andra tillstånd	Kostnad för prövning	Anmärkning
SFS 1977: 439 : 440	Lag om kommunal energiplanering. Do förordning	Kommunernas energitill-försel och energihushåll-ning. Uppgiftsskyldighet före-ligger för större energi-förbrukare, producent eller distributör av energi liksom för kommun.	Nej	Nej					Prop. 1977/78:128
SFS 1981: 601	Ändring i lagen om kommunal energi-planering.	Kommunen är skyldig att upprätta en plan för att minska oljeanvändn. samt på begäran av myndigst lämna uppgifter om denna skyldighet.	Nej	Nej					Prop. 1980/81:90
SFS 1976: 160 1976: 164	Lagen förbehåller ett tillståndskrav för att framdriva eller be-gagna vissa rörelseanläggningar. Do förordning	Rörelseanläggningar för trass-port av råolja eller natur-gas, produktor av råolja eller naturgas eller gas, som är lämplig att användas som bränsle.	Ja av regeringen Ansökan ges in till SIND	Ja Se not 6	2-3 mån (ännu inget ärende)	Ja Se not 8		1 000 kr	Prop. 1977/78:86 Tillsyn via SIND
SFS 1976: 838	Lag om allmän fjärrvärmeanlägg-ning.	Fjärrvärmeanläggning kan förnyas eller byggas om eller skall drivas anläggning, förklarad som allmän. Den som driver anläggningen be-stämmer verksamhetsområ-dets omfattning.	Ja av SIND	Ja Se not 7	Erfaren-het sak-nas	Gäller allmän fjärrvärmean-läggning		Min. 10 000 kr Max. 50 öre kW ansluten effekt	Prop. 1976/78:149

## SAMMANFATTANDE BESKRIVNING AV VISSA LAGAR OCH FÖRORDNINGAR

Lag/Förordning	Utförning	Omfattning	Krav på prövning	Krav vid ansökan	Tid för prövning	Villkor för tillstånd	Kopplingar till andra tillstånd	Kostnad för prövning	Anmärkning
SFS 1981:872	Byggnadslagen § 136 a, ändring	Tillkomst o lokal. av stora energiprod. anläggningar skall provas av regering.	Anl. >500 MW eller anl. med bränslebehov >25 000 m <sup>3</sup> rundvirke olika statl. organ kan anmäla behov av prövning även mindre anl.	Ja av regering bostadsdep.	Ja Se not 1	Ca 4-12 mån	Senaste tid för byggart. Miljöskydd Speciella villkor	Miljöskyddslag	Prop 1980/81:165 Länsstyrelse o kommun hörs alltid.
SFS 1981:420 574	Miljöskyddslagen D:o förordning	Reglering av olika slags miljöfarlig verksamhet.	Anl. <10 MW → " 10-300 MW → " >300 MW →	Ja Bygg-nämnd Ja Länsstyr. Ja Konc.-nämnd	Ja Se not 2	Ca 6-12 mån	Se not 5	Byggnadslag Lag om vissa rörledningar	Ingen Prop 1980/81:92 Tillsyn via SNV o länsstyrelse.
SFS 1973:329 1979:348	Lag om hantering av miljöfarliga varor. Ändr i kungörelse om hälso- o miljöfarliga varor.	Reglerar olika slag försiktighetsmått vid hantering av miljöfarliga varor.	Lagstiftningen avser; Import, försäljning, Tillverkning av gifter. Försäljn av vådliga ämnen, användning av gifter.	Ja, länsstyr. Nej, men anmäln till yrkesinspekt.	Ja Se not 3	Ca 2 mån	Tillstånd ges för 5 år i taget		Prop 1973:17 Prod. kontr. nämnd upprätta lista över ämnen som avses. Tillsyn via SM o arb skyddst.
SFS 1976:1054 1976:1055 1979: 872	Lag om svavelhaltigt bränsle D:o förordning Ändring av 1976:1055	Enl lagen meddelar regeringen föreskrifter avseende svavelutsläpp vid förbränning av fossilt bränsle Vid import eller handel med fossilt bränsle skall uppgift lämnas om svavelhalt.	I förordningen anges länsvis gällande gränsvärden. SUV, länsstyr, o kommun kan meddela särskilda föreskrifter vid undantag från gällande gränsvärden utgår särskild avgift.	Nej					Prop 1976/77:3 Tillsyn: Centr - SNV. Länsvis-länsst. Lokalt-Hälsöv-nämnd i komm.
SFS 1977: 939 1977: 942	Lag om oljelagring D:o förordning	Lagen föreskriver: - lagringsskyldighet - uppgiftsskyldighet - inköpskyldig från inhemskt raffinaderi med syfte att trygga tillgången på olja.	Gäller säljare och köpare	Nej					Prop 1976/77 Tillsyn: Öef.
SFS 1974: 890 1974: 893	Lag om vissa mineralnyttigheter D:o kungörelse	Lagen föreskriver att tillstånd krävs för att utvinna bl a olja, gas, stenkol, torv och alunskiffer.	Tillstånd meddelas som: undersökn. konc. → eller bearb. konc. → för visst område under viss tid. Conc. innebär ett slags nyttjanderätt.	Ja av SIND → av regering → industr.dep	Ja Se not 4 → Se not 4 →	2- 4 → mån 5-10 → mån	Arealavgift 7 kr/ha, år - miljösk.-lag - vattenlag - byggn.-lag går ej före 1990	3 000 kr per omr.	Prop 1974:146 Tillsyn: SIND mineralb. resp Bergmästar.

För anläggningar vars bränsleförbrukning är högst 50 GWh/år gäller att dessa ska utföras så att de utan omfattande ombyggnadsarbeten eller kompletteringar kan eldas med inhemskt fast bränsle. För anläggningar vars bränsleförbrukning är minst 50 GWh/år, eller som ingår i ett system med en total bränsleförbrukning av minst 50 GWh/år där systemets årliga behov av energi annars inte till minst 75% kan tillgodoses på annat sätt än genom användning av gas, olja eller annat flytande bränsle, gäller att de ska utföras så att de kan eldas med fast bränsle.

**SAMMANFATTANDE BESKRIVNING AV VISSA  
LAGAR OCH FÖRORDNINGAR**

Lag/Förordning	Utformning	Omfattning	Krav på prövning	Krav vid ansökan	Tid för prövning	Villkor för tillstånd	Kopplingar till andra tillstånd	Kostnad för prövning	Anmärkning
SFS 1979:1155	Lag om insamling av uppgifter för kommunal och statlig planering.	Skyldighet att i samband med fastighetsdeklaration sep 1980, lämna uppgift om byggnads, uppvärmningssätt, isolering m.m.	Ägare av småhus, hyreshus och övriga byggnadstyper som innehåller bostäder.	Nej					Prop 1979/80:40
SFS 1981: 599	Lag om utförande av eldningsanläggningar för fast bränsle.	Lagen föreskriver att eldningsanläggning som inte är tillfällig skall utföras för fasta bränslen.	För anläggningar vars bränsleförbrukning är högst 50 GWh/år gäller att dessa ska utföras så att de utan omfattande ombyggnadsarbeten eller kompletteringar kan eldas med inhemskt fast bränsle. För anläggningar vars bränsleförbrukning är minst 50 GWh/år, eller som ingår i ett system med en total bränsleförbrukning av minst 50 GWh/år där systemets årliga behov av energi annars inte till minst 75% kan tillgodoses på annat sätt än genom användning av gas, olja eller annat flytande bränsle, gäller att de ska utföras så att de kan eldas med fast bränsle.  Eldningsanläggningar	Nej men samråd med SIND rörande val av fast bränsle.					Prop 1980/81:90 Tillsyn via byggnadsnämnd eller annan myndighet.
SIND-FS 1981:10	Tillämpningsfreskrifter ang samrådsförfarande enl SFS 1981:599								
SFS 1977: 441	Lag om ändring i lagen (1902:71 s. 1) innefattande vissa bestämmelser om elektriska anläggningar.	Lagen föreskriver att eldistributör som innehar områdeskoncession ej är skyldig att leverera ström för uppvärmning av byggnad inom område där fjärrvärme distribueras eller avses bli distribuerad.		Nej					Prop 1976/77:129





5.7 Kostnader och arbetsmoment för projektering av  
lagerområde.

Avser lager enligt borrhålslagerprincipen.

Nedan angivna kostnader och arbetsmoment bygger på de erfarenheter från uppförandet av ett försökslager i berg enligt den så kallade borrhålslagerprincipen.

Dessa kostnader finns medräknade i kostnadskalkyl för ett lager lokaliserat i Munksund, se avsnitt 3.2.

Arbetena bör genomföras i den turordning som anges nedan.

Kostnadsnivån på genomförda arbeten och den information som kan erhållas av varje delmoment är starkt beroende av den samlade kunskapen som finns hos den som genomför arbetet. Se även "Anmärkning" nedan.

	Kostnad kronor
Allmän kartering av området före seismisk undersökning. Till grund för arbetet skall ligga tidigare utförda karteringar omfattande:	
- Flygfoto	
- Geologiska kartor	
- Geotekniska kartor	
- Grundvattenobservationer	25 000
Seismiska undersökningar på 2 st alternativa områden. Undersökningen ger:	
- Jordtäcket djup	
- Uppfattning om jordtäcket och berggrundens beskaffenhet	
- Krosszoner i berget	50 000
Kärnborrhål $\emptyset$ 46 mm. Antalet borrhål beroende på resultatet av pos 1 och 2	200 000

Analys av borrhärnor. Analysen avser:	20 000
- Kartering av sprickor i berg och dess inverkan på lagret	
- Bergets värmeegenskaper	
Analys av borrhål.	50 000
- Vattenförlustmätningar. Utföres som stegvis manschettryckning	
Beskrivning av bergmassan i lagerområdet	20 000
Lagrets lokalisering och dimensionering	25 000
<u>Summa kostnader för förprojektering av lager</u>	<u>390 000</u>
Detaljprojektering av lager	110 000
<u>Summa kostnad för lagerprojektering inklusive erforderliga markundersökningar</u>	<u>500 000</u>

## ANMÄRKNING

- Ovan angivna kostnader upptar ej kostnader för projektering av i systemet ingående enheter utöver själva lagret. För det aktuella fallet i Munksund har dessa kostnader redovisats i avsnitt 3.2. Kostnaderna gäller endast under förutsättning att NAB Konsults tidigare samlade erfarenheter kan utnyttjas.
- Ny teknik för att fastställa förutsättningarna för ett värmelager i berg har diskuterats i samband med nu pågående arbeten vid Högskolan i Luleå. Denna teknik skulle ersätta arbetsmomenten enligt avsnitt 5.7. Metoden bör medföra avsevärda kostnadsbesparingar för den förundersökning som måste göras i samband med lokalisering av ett värmelager i berg.

## 5.8 Litteraturhänvisning

Tidigare utredningar om borrhålsvärmelager.

Johansson Bo, Nordell Bo  
Berglager - en anläggning för säsongslagring av värme.  
TULEA 1980:14. Tekniska Högskolan i Luleå.

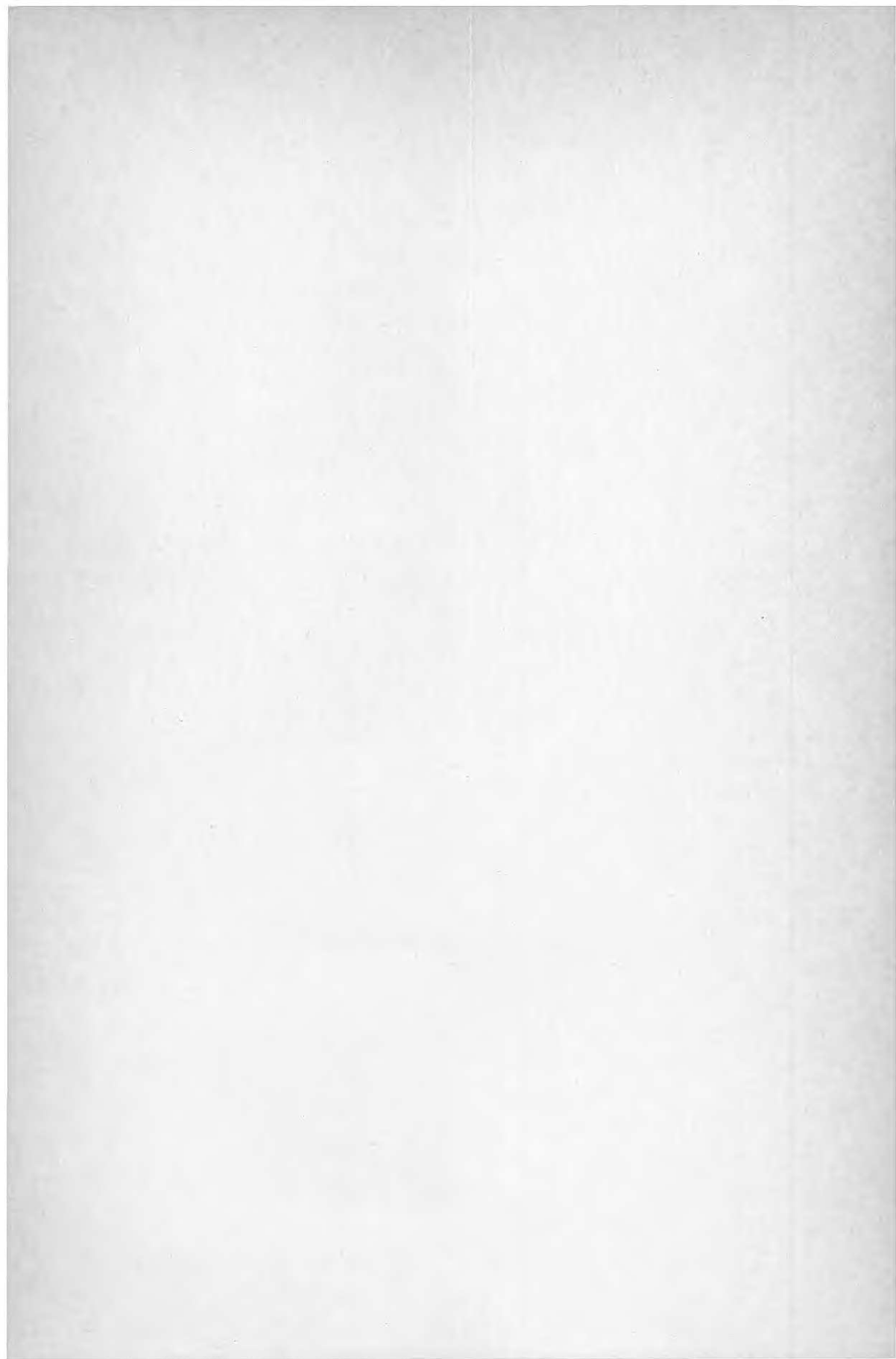
Andersson S, Eriksson A, Talling  
Borrhålslager i berg för säsongslagring av värme. Förstudie.  
BFR R66:1981.

Kadesjö H, Sintorn J  
Säsongslagring av värme i berg. Förstudie.  
BFR R98:1981.

Platell O, Wikström H  
Sunstoreprojektet 1977:80. Solvärmesystem med låg temperatur  
och säsongslagring för uppvärmning av lokaler.  
BFR R100:1981.

Andersson S, Johansson A, Nordell B, Åbyhammar T  
Borrhålslager i berg. Fältförsök i Luleå.  
BFR RXXXX: 1982.



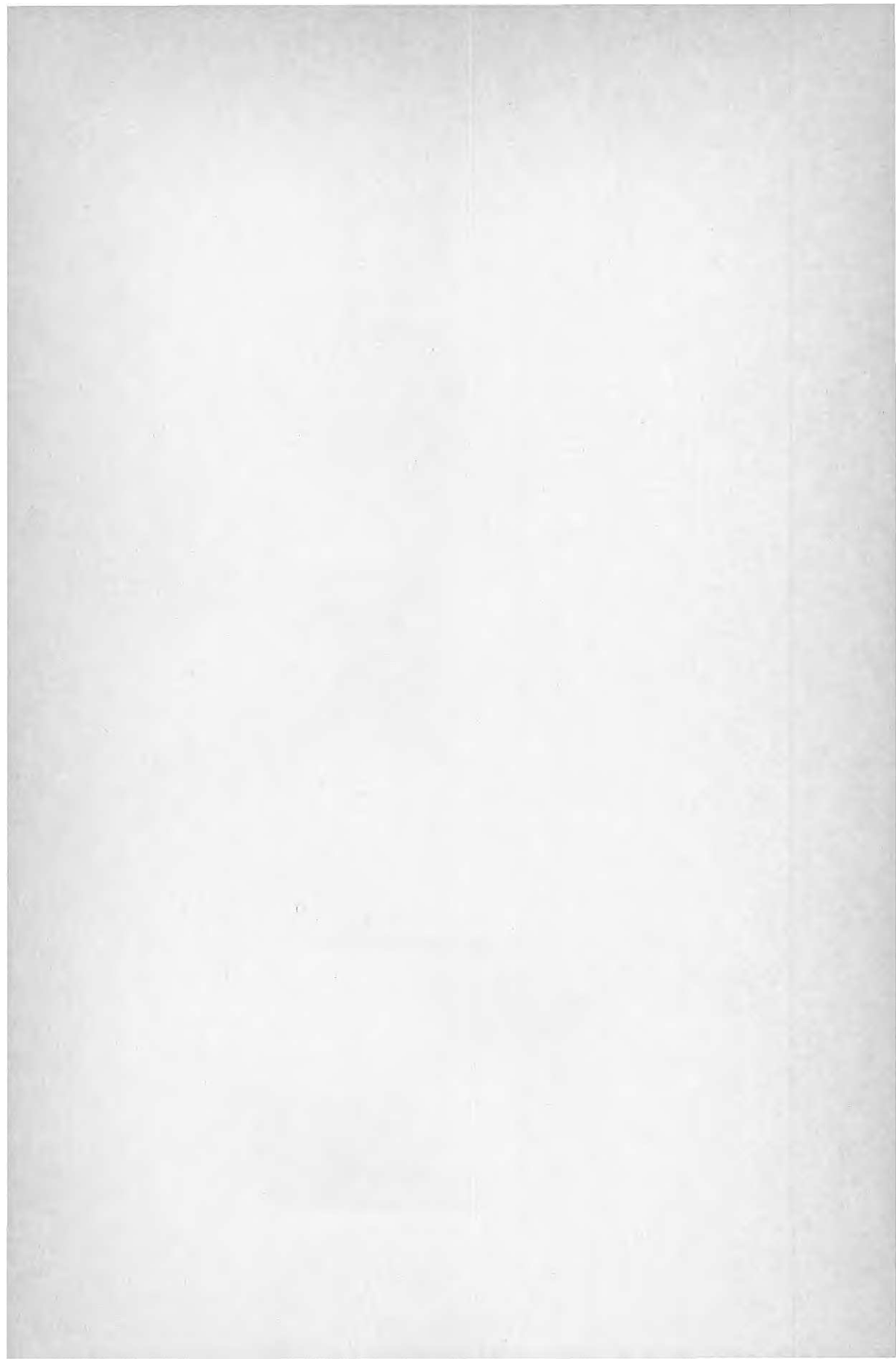














**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag  
811012-6 från Statens råd för byggnadsforskning  
till Piteå Energiverk, Piteå.**

**R79: 1983**

**ISBN 91-540-3972-X**

**Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm**

**Art.nr: 6700779**

**Abonnemangsgrupp:  
W. Installationer**

**Distribution:  
Svensk Byggtjänst, Box 7853  
103 99 Stockholm**

**Cirkapris: 35 kr exkl moms**