



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.



Forskningsinriktad värmeförsörjningsplan för Bålsta centrum

Nils Dafgård
Gunnar Ekstrand
Göran Werner

INSTITUTET FÖR
BYGGDOKUMENTATION

Accnr 81-0659

Plac *See*

*V
07/1*

BYGGDOK

Institutet för byggdokumentation
Hälsingegatan 49
113 31 Stockholm, Sweden
08-34 01 70 Telex 125 63

Byggeforskningsrådet

See

R42:1981

FORSKNINGSINRIKTAD VÄRMFÖRSÖRJNINGSPÅN,
FÖR BÅLSTA CENTRUM

Nils Dafgård
Gunnar Ekstrand
Göran Werner

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 780997-7
från Statens råd för byggnadsforskning till Håbo kommun

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

R42:1981

ISBN 91-540-3496-5

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1981 152298

<u>INNEHÅLL</u>	<u>Sida</u>
1	INLEDNING 4
2	SAMMANFATTNING 6
3	DEFINITIONER 9
4	NULÄGE 11
5	FRAMTIDA UTBYGGNADSPANER 12
6	ALTERNATIVA VÄRMEFÖRSÖRJNINGSSYSTEM .. 13
6.1	Grundvattenvärmepumpar, allmänt 15
6.1.1	Grundvattenhantering 17
6.1.2	Förutsättningar i Nybygget 19
6.1.3	Systemlösningar 25
6.1.4	Tillstasvärme 39
6.1.5	Sekundärsystemen 43
6.1.6	Kostnadsanalys för Nybygget 44
6.2	Grundvattenvärmepumpar i området norr om Stockholmsvägen 47
6.2.1	Kostnader för värmepumpanläggningar .. 48
6.3	Solvärmeanläggning för bostads- området norr om Stockholmsvägen 49
6.3.1	Solvärmecentralen 49
6.3.2	Kostnader 50
7	ANSLUTNING AV VÄRMEPUMP- OCH SOL- VÄRMEANLÄGGNINGAR TILL FJÄRR- VÄRMENÄT 52
7.1	Anslutning av värmepumpar till fjärrvärmenät 54
7.1.1	Kostnader för anslutning av värme- pumpen i området Nybygget 55
7.1.2	Kostnader för anslutning av värme- pumpen i området norr om Stock- holmsvägen 56
7.2	Anslutning av solvärmeanläggning till fjärrvärmenät 59
8	LITTERATURREFERENSER 60

INLEDNING

Håbo kommun, med tätorten Bålsta, ligger cirka 5 mil väster om Stockholm.

1970 utfördes en värmeförsörjningsutredning för den nya centrumdelen Mansängen samt befintliga och planerade bostadsområden i anslutning till detta.

I utredningen drogs riktlinjerna upp för utbyggnad av en fjärrvärmeverksamhet som i slutstadiet skulle täcka hela den tyngre bebyggelsen i Bålsta Centrum. Full anslutning till fjärrvärmesystemet beräknades enligt utredningen vara uppnådd år 1985.

Fjärrvärmeutbyggnaden har hittills skett i delområden med värmeförsörjning från 3 st oljeeldade blockcentraler och en provisorisk oljeeldad panncentral.

Enligt den tidigare utförda värmeförsörjningsutredningen skulle de nu befintliga blockcentralerna och den provisoriska värmecentralen i framtiden ersättas med en permanent värmecentral som också skulle försörja nybyggnadsområdena kring centrumbebyggelsen.

Den permanenta värmecentralen för hela centrumbebyggelsen skulle enligt de tidigare tidsplanerna tas i drift 1985. Totalt ansluten effekt har beräknats till cirka 15 MW.

I värmeförsörjningsutredningen från 1970 hade den permanenta värmecentralen tänkts utföras för eldning med olja. Vid tidpunkten för centralens utbyggnad kan man förvänta sig att utnyttjandet av andra energikällor är aktuellt. Bl a projekteras och byggs idag experimentanläggningar där lokala energikällor (värmepumpar, solvärme) utnyttjas. En utvärdering av dessa anläggningar bör ha skett fram till 1988. Vidare bör en utveckling av tekniken på detta område ha skett till denna tidpunkt. Man kan därför förmoda att system som utnyttjar lokala energikällor år 1985 kan vara ett alternativ till konventionella oljeeldade hetvattencentraler.

Avsikten med detta projekt var att utreda vilka förutsättningar som finns för ett framtida utnyttjande av lokala energikällor i fjärrvärmesystemet samt vilka krav ett sådant framtida utnyttjande ställer på befintliga och nyttillkommande värmeinstallationer och distributionsnät.

Under arbetets gång framkom att viktiga grundvattentillgångar finns i de planerade nybyggnadsområdena. Framförallt gällde detta för det område med cirka 180 lägenheter som planeras omedelbart väster om centrumbebyggelsen.

Eftersom byggstart för detta område planerats till 1981 är det angeläget att energiförsörjningsfrågan för detta område snabbt löstes.

Projektet har därför inriktats på förprojektering av en värmepumpanläggning för grundvatten inom detta område. Mera översiktligt har förutsättningarna för att utnyttja värmepumpdrift och solvärmecentral för ytterligare ett nybyggnadsområde och dessutom har möjligheterna att leverera värme från dessa anläggningar till ett sammanknutet fjärrvärmenät översiktligt studerats.

I Bålsta centrum finns för närvarande ett antal separata panncentraler. Vissa av dessa håller fjärrvärme-standard, andra inte. Gemensamt för dem är den relativt dåliga konditionen. Panncentralen i området Mansängen behöver renoveras omgående. De andra något senare. En tidigare utredning visade att det ej var lönsamt att sammanbinda panncentralerna med en huvudkylvert och centralisera värmeproduktionen till en oljeeldad hetvattencentral. Emellertid kommer kraven på möjligheter till eldning med inhemska bränslen att premiera en centralisering. Speciellt är det utrymmes- och driftstekniska skäl som därvid avses. Byggs en ny gemensam central kan den projekteras för t ex fliseldning samtidigt som existerande panncentraler konverteras till undercentraler.

Något definitivt ställningstagande i frågan har ej gjorts utan detta bör ske i en värmeplan för kommunen i sin helhet.

Med den uppbyggnad som för närvarande råder kommer, om inte åtgärder sätts in i undercentralerna, temperaturnivån i ett sammanbyggt distributionsnät att bli konventionell, d v s 120°C i framledningstemperatur vintertid och 80°C sommartid. Detta påverkar möjligheterna att från eventuella värmepump- och solvärmeanläggningar avge värme till nätet.

Ett utbyggt nät kommer att ha cirka 12 - 13 MW i anslutningseffekt och ett effektbehov av cirka 2 MW sommartid.

Med hjälp av en antagen varaktighetskurva för returtemperaturen i nätet kan den levererade värmemängden från två värmepumpanläggningar alternativt en värmepump och ett solvärmesystem bestämmas.

Från den ena värmepumpen kan cirka 1 000 MWh/år avges till det marginella energipriset 12,5 à 13 öre/KWh. Den andra värmepumpen kan leverera cirka 1 300 MWh à 11 öre/KWh.

I alternativet med solvärme ersätts den sistnämnda värmepumpen mot en solfångaranläggning med 6 000 m². Genom att all insamlad solenergi avges via värmeväxlare till fjärrvärmenätet fordras ingen lagringstank under utbyggnadsskedet av det område som skall betjänas, vilket beräknas bli byggt mellan 1985 och sekelskiftet.

I gengäld förutsätts att s k högtemperatursolfångare används då medeltemperaturen i solfångarna beräknas bli cirka 65°C. Den årliga värmeproduktionen blir i en sådan anläggning 9 000 MWh. Något energipris har ej beräknats för denna anläggning då kostnaderna för högtemperatursolfångare är mycket osäkra. Men om ener

gimängd räknas om till 4:ans eldningsolja motsvarar insamlad energi idag cirka 1 miljon kronor/år.

Den mindre värmepumpen i texten ovan härrör från ett förslag till värmeförsörjning av området Nybygget med grundvattenvärme. Nämda område skall bebyggas mellan 1981 och 1985 med cirka 180 lägenheter i 2- och 3-vånings flerfamiljshus.

Det bedöms, enligt uppgift, vara möjligt att ur grundvattenförekomsten i den aktuella delen av Bålsta-åsen göra ett kontinuerligt vattenuttag om cirka 25 l/s. Om temperaturen i denna vattenmängd sänks 3,5°C kan nyttiggöras en effekt av 360 kW.

En värmepump dimensioneras för enbart tappvarmvattenberedning. Förångningstemperaturen är beräknad till -2°C och kondenseringstemperaturen till +50°C. En hetgaskylare klarar den sista temperaturhöjningen av tappvattnet för att det skall nå +50°C. Som köldmedium har valts R22.

Ett alternativ till direktberedning av tappvarmvatten i kondensorn har p g a av kylnormerna tagits fram. Där används R12 som köldmedium för att klara den höjda kondenseringstemperaturen +55°C. Värmefaktorn sjunker därvid mot 3.2.

Kondensoreffekten hos denna värmepump är 150 kW, vilket är tillräckligt för att klara dygnsackumulering.

Värmepumpen för bostadsuppvärmning har kondensoreffekten 300 kW vid kondenseringstemperaturen 50°C. Totalt effektbehov är cirka 800 kW vid dimensionerande utomhustemperatur. Sekundärsystemet har vid detta tillfälle framledningstemperaturen +55°C och returtemperaturen +45°C. Som tillsatsvärme och reserv visar sig oljeeldning vara billigast. Fjärrvärme blev något dyrare vid beräkning enligt Värmeverksföreningens rikttaxa. De eventuella förbättringar som kan uppnås vid en samkörning har då inte vägts in.

Den totala årskostnaden för värmeförsörjning av området ligger kring 2 790 kr per lägenhet och år. Skillnaden till enbart fjärrvärme rör sig om ett tjugotal kronor per lägenhet och år räknat enligt nämnda taxa.

Värmepumpanläggningen för bostadsområdet norr om Stockholmsvägen överensstämmer med den ovan beskrivna. Dock har på grund av den långa utbyggnadstiden cirka 15 år (400 lägenheter) ett byte av köldmedium och värmepumpar berörts. Avsikten med det skulle vara att öka leveransmöjligheterna till fjärrvärmenätet. För produktion mot nätet blir energipriset cirka 14 öre/kWh.

De kostnadsjämförelser som gjorts har bland annat baserats på Värmeverksföreningens rikttaxa. Huruvida den kommer att medföra självkostnadstäckning kan inte avgöras i detta skede. Jämförelserna blir därför något osäkra och speciellt där skillnaderna är små mellan alternativen kan omkastningar ske.

Priser som använts för värmepumptrustning m m gällde under juli 1980 och de är angivna utan moms.

3 DEFINITIONER

Abonnentcentral	Anslutningspunkt mellan fjärrvärmets primärnät och abonnenternas sekundärnät. Skillnader i tryck och temperatur mellan näten kräver i regel att anslutning sker över värmeväxlare.
Akkumulerande tappvarmvattenberedning	Värme för tappvarmvattenberedning tillförs kontinuerligt och lagras i cistern för utjämnning av tillfälliga toppar i tappvarmvattenbehovet. Värmet kan lagras i antingen "färsk"-vattnet eller i värmevatten.
Direktkopplat system	Här avses att värmeöverföringen i kondensorn sker mellan köldmedium och förbrukningsvattnet.
Driveffekt	Den totalt tillförda mekaniska (el) effekten som krävs för att driva kompressorn i värmepumpsystemet.
Framledningens temperatur	Den för tillfället högsta temperaturen i ett värmedistributions-system.
Förångareffekt	Det från värmekällan till värmepumpprocessen upptagna värmets.
Kondensoreffekt	Den från värmepumpprocessen avgivna effekten.
Köldmedium	Ett ämne vars egenskaper gör det lämpligt för kyl- och/eller värmepumpprocessen. Speciellt är det ångtrycket vid olika temperaturer som är intressant.
Lågtemperatursystem	Här avses värmesystem (t ex radiatorsystem) som är dimensionerade för framledningstemperaturer under 60°C.
Primärt distributionssystem	Fjärrvärmenätet mellan panna och värmeväxlare i abonnentcentral
Returledningens temperatur	Den för tillfället lägsta temperaturen i ett värmedistributions-system.
Sekundärt distributionssystem	Ledningsnätet mellan värmeväxlare och värmare, t ex radiatorer, varmlufts-batterier, konvektorer.
Varaktighetsdiagram	En kurva som beskriver under hur lång tid en storhet överskrider/underskrider ett visst värde.

Värmebärare	Ett medium för transport av värme t ex vatten, luft.
Värmefaktor	Kvoten mellan den från värmepumpen läggningen avgivna effekten (kondensoreffekt) och värmepumpens driveffekt.
Värmekälla	Varifrån värmets till värmepumpprocessen tas. (Värmet upptas i värmepumpens förångare).
Värmepump	En apparat väsentligen bestående av kompressor, förångare, kondensor och strypventil samt innehållande köldmedium. Förångaren och kondensorn är värmeväxlare vari köldmediet förångas respektive kondenseras. Kompressor och strypventil ändrar trycket före kondensor respektive förångare för att nämnda fasändringar skall kunna ske.
Värmesänka	Dit värmets från värmepumpen avges via kondensorutrustningen.
Värmevatten	Se värmebärare.
Värmeväxlare	Apparat för överföring av värme från ett medium till ett annat utan att medierna blandas.

Värmeförsörjningen är för närvarande decentraliserad. För den tyngre befintliga bebyggelsen har gemensamma oljeeldade panncentraler (blockcentraler) byggts områdesvis. För centrumbebyggelsen som består av skola, simhall, affärsbyggnad och vårdcentral har en gemensam transportabel (provisorisk) värmecentral uppställts. Mellan denna värmecentral och byggnadernas abonnentcentraler har byggts distributionssystem av fjärrvärmestandard. För den äldre befintliga centrumbebyggelsen (Bålsta torg) finns uppställt transportabla panncentraler (provisorier). Dessa försörjer befintliga och nyproducerade flerfamiljshus. Distributionen görs via kulvertsystem av fjärrvärmestandard.

Förutom dessa transportabla panncentraler finns i tätortsregionen ytterligare större gemensamma panncentraler av permanent karaktär (blockcentraler). En av dessa distribuerar värme via sekundärsystem till samfälligheten Frösunda respektive Mansängen samt 113 lägenheter tillhörande stiftelsen Håbohus. Panncentralen benämns PC Frösunda och är ej konstruerad för fjärrvärmedrift. Vidare finns en panncentral som distribuerar och producerar värme till cirka 470 lägenheter tillhörande stiftelsen Håbohus.

Kulvertnätet för dessa lägenheter är helt ombyggt 1979/80 och är av fjärrvärmestandard. Panncentralen är benämnd PC Mansängen och är ej byggd för fjärrvärmedrift. En tredje panncentral levererar värme till konsumbutiken. För befintliga småhus - fristående villor är uppvärmningssättet blandat mellan direktverkande el och individuella oljepannor.

Effektbehoven för panncentralerna är följande:

	Effektbehov	Installerad panneffekt
Transp pannc centrum	3 554 kW	4 700 kW
PC Mansängen	4 190 kW	8 380 kW
PC Frösunda (Skeppsvägen)	2 030 kW	4 060 kW
TOTALT	9 774 kW	17 140 kW

En översiktlig värmeförsörjningsplan har gjorts där tidigare nämnda panncentraler behandlats. I denna studie ingick således endast befintlig bebyggelse. Utredningen slutfördes 1978. Mot bakgrund av planerad nyproduktion och lagförslag om omställning till alternativbränslen kan en komplettering av utredningsmaterialet skapa bättre underlag för beslut om centraliserad värmeförsörjning.

Ett projekt pågår i Bålsta gamla centrum beläget 1,5-2 km från Mansängen. Där är kulvertsystem under utbyggnad och värmeförsörjningen skall tills vidare göras med transportabla panncentraler. På grund av avståndet mellan gamla och nya centralt finns inga planer på ett framtida samordnande av värmeförsörjningen.

Den planerade nyproduktionen omfattar av cirka 600 lägenheter intill det nya centralt och beräknas vara färdigställd i slutet av 1990-talet.

Bild 6.1 visar nämnda område.

Nuvarande värmeförsörjning i Bålstas nya centrum har beskrivits i föregående avsnitt.

Den framtida värmeförsörjningen i detta område kan tänkas ske genom att dels renovera och förbereda för eldning med alternativa bränslen i de större panncentralerna, dels knyta ihop delområdena med ett distributionsnät. I det senare fallet byggs existerande panncentraler om till abonnentcentraler då dimensionsdata skiljer sig mellan centralerna. En sammanknytning av nämnt slag medför att den planerade nybyggnationen kan anslutas till en gemensam produktionsanläggning. Denna anläggning kan placeras till exempel norr om centrum i närheten av Centrumleden och Stockholmsvägen.

Två nybyggnadsområden planeras i anslutning till befintlig bebyggelse. Det ena Nybygget II nordväst om Centrumleden enligt ett planförslag från oktober 1979 bebygges med 180 lägenheter. Ett annat område norr om Stockholmsvägen skall mellan 1985 och 1990 byggas ut med 50 lägenheter om året och därefter med cirka 25 lägenheter per år. För värmeförsörjningen räknas här med att det sistnämnda området tills vidare får totalt 400 lägenheter.

Norr om dessa områden ligger en grusås vilket medför att grundvattentillgången i området är god. Enligt en utredning Energi ur Grundvatten (NE-projekt 20 60 551) motsvarar uttagbar grundvattenvärme behovet hos 250 - 1 100 hushåll inom en radie av 3 km från centrum. Av den anledningen har denna studie främst inriktats på möjligheterna att utnyttja detta värme för området Nybygget, men även översiktligt sett på möjligheterna att använda grundvattnet som värmekälla till det andra nybyggnadsområdet. I det senare fallet jämförs - på grund av det gynnsamma läget - grundvattnet som värmekälla med solvärme.

Värmeförsörjningen betraktas lokalt för dessa områden i detta avsnitt.

Därefter görs i det följande en undersökning av vilka fördelar som kan uppnås genom en inkoppling av värmepumpar/solvärmesystem till ett sammanbyggt fjärrvärmesystem.

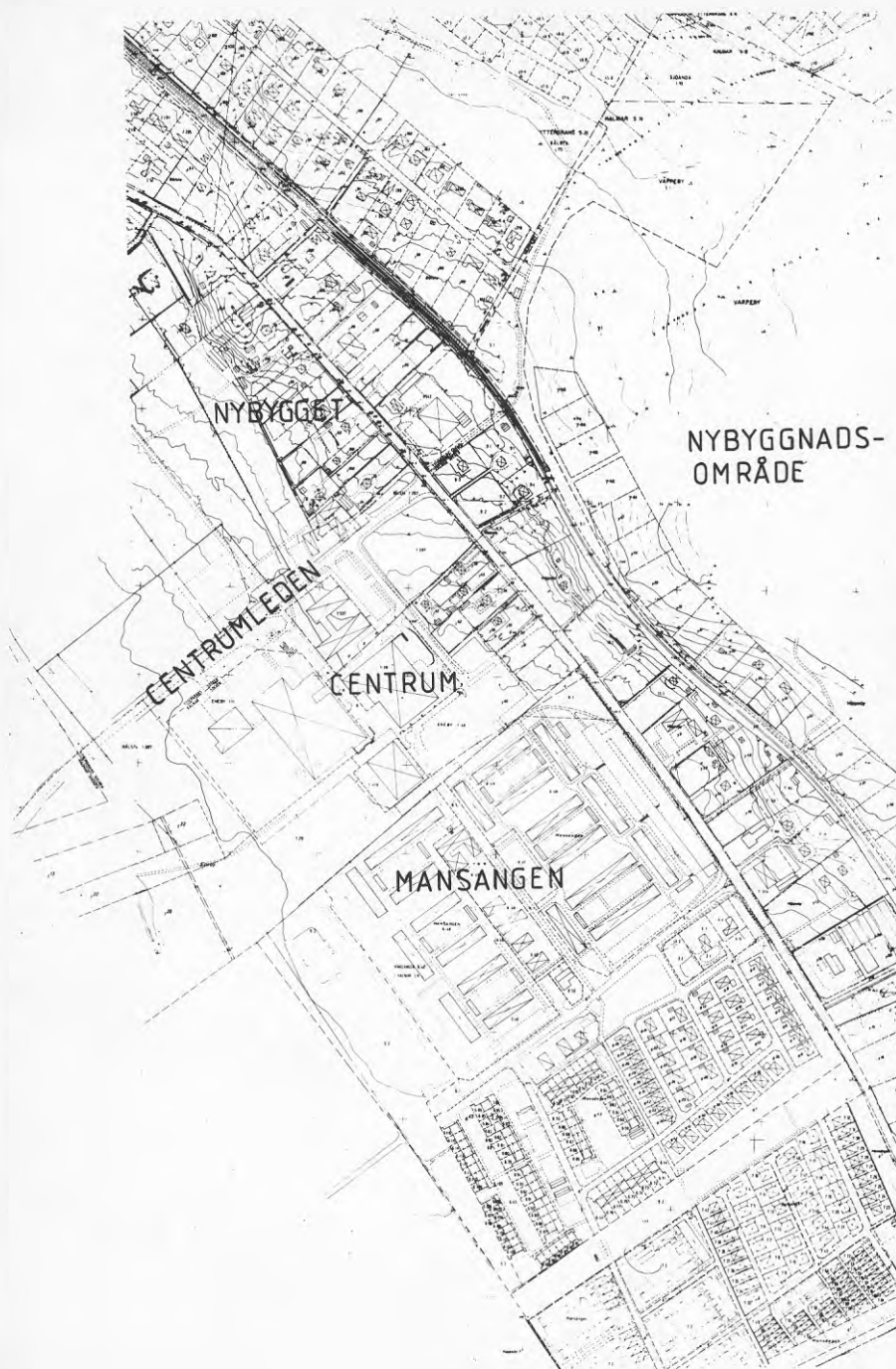


Bild 6.1 Karta över det område för vilket värmeför-
sörjningsplanen gäller.

6.1 Grundvattenvärmepumpar, allmänt

Med hjälp av värmepumpprocesser är det möjligt att överföra värmeenergi från ett tillstånd med låg temperatur till ett annat med högre temperatur genom att uppoffra en viss mängd arbete (energi). Utbytet av detta arbete brukar beskrivas med den s k värmefaktorn, vilken anger mängden uttagbart värme vid den högre temperaturnivån i förhållande till uppoffrat arbete.

Värmefaktorn påverkas av flera faktorer av vilka temperaturskillnaden mellan värmekällan och värmesänkan är den viktigaste.

Förhållandet är med vissa begränsningar omvänt proportionellt; d v s värmefaktorn försämras när temperaturskillnaden mellan värmeupptagning (från värmekällan) och värmeavgivning (till värmesänkan) ökar.

Värmepumpar kostar cirka 1 000 kronor per avgiven kW värmeeffekt mot cirka 400-500 kronor för oljeeldade panncentraler. Därutöver kräver värmepumpanläggningar ofta investeringar för värmekällan skall kunna utnyttjas, t ex grundvattenpumpar och brunnar. Förutsättningen för att värmepumpar skall kunna konkurrera ekonomiskt med bl a oljeeldade centraler är att goda värmefaktorer och långa utnyttjningstider uppnås.

Ett sätt att värdera värmefaktorn är att jämföra den med den verkningsgrad som erhålls vid produktion av drivenergi. För t ex en eldriven värmepump och där el produceras i ett oljeeldat kondenskraftverk med verkningsgraden 36 procent och överföringsförlusterna (elnätet) 10 procent krävs en värmefaktor av minst $0,85 \times (0,9 \times 0,36)^{-1} = 2,63^*$ för att det inte ska vara energimässigt lönsammare att bränna oljan direkt på plats (i en lokal värmecentral). Å andra sidan produceras merparten el på annat sätt varvid kravet på värmefaktorer kan sänkas.

Ett viktigt arbete för närvarande är att kartlägga användbara värmekällor för värmepumptillämpningar. Betydelsefullt är därvidlag källans styrka (uttagbar effekt) och temperatur. Grundvatten har flera klara fördelar framför t ex utomhusluft i dels hög specifik värmekapacitet dels nära nog konstant temperatur året om. Överslagsmässigt kan man för grundvattnet i mellansverige ange temperaturen till mellan +5 och +7°C. Givetvis förekommer både lokala och regionella variationer. Årsmedeltemperaturen ligger cirka 1 à 2°C högre i sydligaste delarna av landet och motsvarande del lägre i de nordliga delarna.

Av de i dag cirka 200 existerande grundvattenvärmepumparna ligger de flesta i södra Sverige. Det är i huvudsak anläggningar konstruerade för villor. Betyd-

*) Pannverkningsgraden 85 procent

ligt vanligare är dock jordvärmepumpar på grund av den lägre investeringskostnaden (skillnaden är cirka 7 000 kronor för en villa). I gengäld kan man erhålla bättre värmefaktorer med grundvattenbaserade värmepumpar, varför årskostnaderna torde väga tämligen jämt. Vid större anläggningar ökar kostnaderna snabbare för uttag av ytjordvärme än för grundvattenvärme.

Den principiella uppbyggnaden av en värmepumpanläggning med grundvatten som värmekälla framgår av bild 6.2.

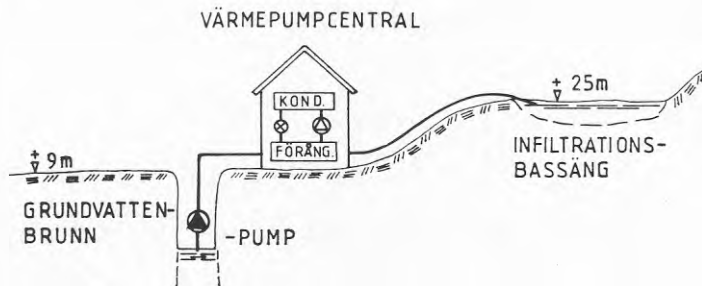


Bild 6.2 Principskiss av värmepumpanläggning med grundvatten som värmekälla.

I bild 6.2 redovisas en infiltrationsbassäng för återföring av grundvatten. I vissa fall kan motsvarande effekt erhållas genom att anlägga infiltrationsbrunnar. Om infiltration erfordras eller om det nyttjade vattnet kan avledas måste avgöras från fall till fall.

Grundvattenuttag mindre än $300 \text{ m}^3/\text{d}$ kan enligt nu gällande vattenlag göras utan vattendomstolens tillstånd, såvida inte uttaget medför att allmän eller enskild rätt förnärmas. Härav följer att, om inga olägenheter av grundvattenuttaget uppkommer, grundvatten kan utnyttjas i en värmepumpanläggning för en effekt a cirka 40 kW.

Även för anläggning av eventuella infiltrationsanläggningar erfordras i allmänhet vattendomstolens tillstånd.

Maximalt uttag för detta projekt uppgår till cirka $2\ 200 \text{ m}^3/\text{d}$. Vattendomstolens tillstånd till utbyggnad av en för sådant uttag erforderlig grundvattentäkt erfordras.

6.1.1 Anläggningar för grundvattennyttjande

Teknik

Enligt uppgift bedöms det vara möjligt att inom det aktuella området kontinuerligt ta ut en vattenmängd om cirka 25 l/s. Vid en temperatursänkning på maximalt 3,5°C kW motsvarande cirka 35 procent av maximalt värmeeffektbehov. Grundvattnets temperatur beräknas ligga mellan +5 till +7°C vintertid. Lägsta dimensionerande uttag bestäms av effektbehovet för tappvarmvattenberedning, vilket motsvarar cirka en tredjedel av möjligt effektuttag och alltså motsvarar ett grundvattenuttag på cirka 8 l/s.

Grundvattnet utvinns ur grundvattentäkter. Den närmare utformningen kan fastställas först efter närmare geohydrologiska undersökningar.

Efter nedkylning av grundvattnet med värmepumpens förångarenhet återförs grundvattnet till grundvattenförekomsten via infiltrationsbassänger. Temperaturen på vattnet bör då om möjligt ej understiga +2°C.

Det i figur 6.3 angivna planläget för grundvattentäkt och infiltrationsanläggning är gjorda enbart såsom en illustration. Den lämpligaste utformningen måste baseras på resultatet av särskilda geohydrologiska undersökningar. Dessa resultat kan även komma att påverka utformningen av detaljplaner.

Infiltrationsbassängernas erforderliga yta avgörs av markytans genomsläpplighet. Denna har i nuläget ej fastställts.

Som lämplig plats för grundvattenbrunnar har valts markyta i områdets sydvästra kant. Marken ligger här på en plushöjd av cirka 9 m (se bild 6.2).

Infiltrationsbassängerna kan tänkas vara placerade på höjdpartiet i områdets nordöstra del, plushöjd cirka 25 m (se bild 6.3).

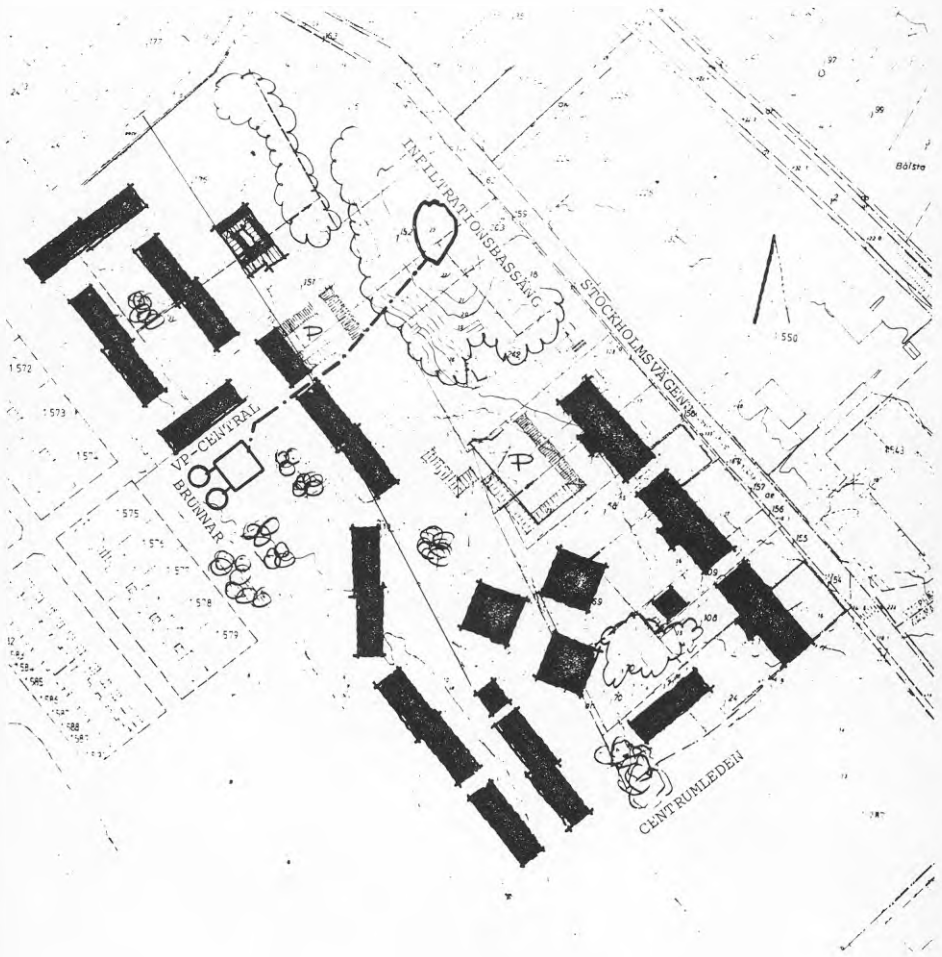


Bild 6.3

I anslutning till nybyggnadsområdets sydöstra del ligger befintlig bebyggelse. Geologiska kartor visar att det här förekommer finsediment. Eventuella risker för marksättningar till följd av grundvattenuttaget bör bedömas efter genomförda geotekniska undersökningar.

Det må i detta sammanhang särskilt poängteras, att en undersökning av de geohydrologiska förhållandena för nyttjande av grundvattnets energiinnehåll lämpligen kan kombineras med en översiktlig bedömning av den från kommunal synpunkt totalt sett bästa nyttjandet av grundvattenförekomsten i Bålsta-åsen. Därvid utgör självfallet den kommunala vattenförsörjningen en viktig bedömningsgrund.

Kostnader

I denna utredning har endast en översiktlig bedömning gjorts över erforderliga investeringar samt övriga kostnader i samband med grundvattenuttag, pumpning och infiltration.

Kostnaderna redovisas genomgående utan mervärdeskatt.

2 st filterbrunnar	200 tkr
Infiltrationsbassäng	100 tkr
Vattenledningar	125 tkr
Pumputrustning	15 tkr
Övrigt	<u>20 tkr</u>
	465 tkr

Därtill kommer kostnader för:

Geoteknisk konsekvensbedömning (sättningsrisker etc)	50 tkr
Tillståndsprovning m m	225 tkr

6.1.2 Förutsättningar i Nybygget

Enligt ett planförslag daterat 791025 skall området bebyggas med 2- och 3-våningshus. Totala antalet lägenheter är 180 st varav 36 st i terrasshus, 108 st i 2-våningslamellhus samt 30 i 3-våningspunkthus. Klimatdata för området ger -20°C för lätta respektive -18°C för tunga byggnader som dimensionerande utomhus-temperatur. För en överslagsberäkning kan -20°C användas.

I den redovisade planen har den genomsnittliga storleken på lägenheterna antagits till 100 m² våningsyta, dvs ungefär 80-85 m² lägenhetsyta. För beräkning av ventilationsbehovet antas att 25 procent av lägenheterna är större och försedda med extra toalett. Detta motsvarar ett extra effektbehov på cirka 22 kW i hela området.

I tabell 6.1 redovisas värmebehovet för de i förslaget ingående byggnadstyperna.

Tabell 6.1 Värmebehov för byggnader i Nybygget II, Håbo
DUT 1= -20°C

Hustyp ant lgh	Vånings- yta m ²	Transm förl kW	Vent- förl kW	Inter- na* till- skott kW	Åter- vinn (= 50 %) kW	Totalt		Tappvarmvatten		
						brutto kW	netto kW	Sanno- likt flöde l/s	Effekt- behov +50°C kW	Effekt- behov +55°C kW
Lamell/ 12	1 350	27,5	20	4	10	47,5	33,5	1,05	200	220
Lamell/ 8	900	23,5	13,5	3	6,5	37	27,5	0,91	180	190
Terrass- hus/12	2 100	49	29	4+X**	14	78	60***	1,05	200	220
Punkt- hus/12	1 320	21,5	18,5	4	9	40	27	1,05	200	220

*) Personvärme 14/24 x 25 pers samt hushållsel (= 75 procent)

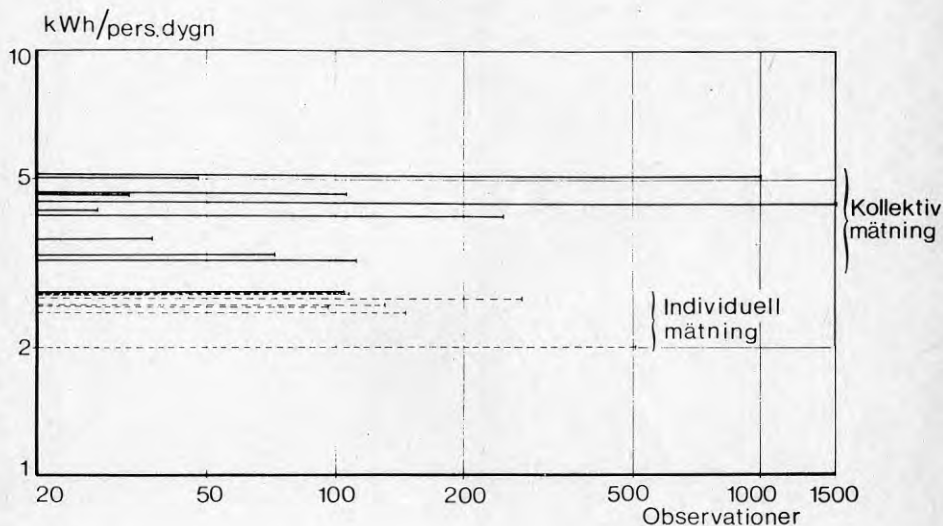
***) Lokaler i bottenplanet kan ge extra interntillskott

****) Stor byggnadsdjup medför förmodligen stor andel sekundäryta.

Totalt för området blir effektbehovet för uppvärmning 800 kW. Tillämpas värmeåtervinning i bostädernas frånluft sjunker behovet till 650 kW vid en verkningsgrad på 50 procent.

För tappvarmvattenberedning krävs 870 kW om beredning sker utan ackumulering och till temperaturen +50°C. Höjs temperaturen på tappvarmvattnet till +55°C erfordras 970 kW i beredareffekt. Utnyttjas ackumulering, vilket kan ske dels centralt vid värmepump dels lokalt i byggnaderna sjunker effektbehovet radikalt. Genom att utgå från dygnsbehovet av tappvarmvatten kan det lägsta (kontinuerliga) effektbehovet fastläggas.

I bilaga 1 till programplanen Byggnad, byggnadsdelar och inre försörjningssystem har ett stort antal mätserier på tappvarmvattenförbrukning sammanställts. Bild 6:4 visar en fördelning av primärvarmen förbrukning uttryckt i energi per person och dygn (kWh/p·d).



Bid 6.4 Energibehov för tappvarmvatten i bostäder enligt några undersökningar. Angivna data avser medelvärden per dag och person.

För kollektivt mätta bostäder låg medelförbrukningen på 4,4 kWh/p d (standardavvikelse 0,3 kWh/p d). Utnyttjas denna siffra tillsammans med en antagen boendetäthet på 2,5 personer per lägenhet erhålls dygnsmedeleffekten till cirka 85 kW exklusive förluster. Det sannolika tappvarmvattenflödet beräknat enligt Byggnadsnormens anvisningar är 4,6 l/s. Värms vattnet från +5°C till +50°C i en genomströmningsberedare fordras effekten 870 kW.

Genom ackumulering kan en viss effektutjämnning erhållas. För att beräkna lämplig ackumuleringsvolym och värmepumpseffekt måste varmvattenförbrukningen över dygnet vara känd.

En uppskattning av en sk tappningskurva kan göras med stöd av mätningar utförda av Gösta Svensson. Han redovisar främst objekt där dygnsförbrukningen ligger över 19 kWh/lägenhet.

Effektbehoven är baserade på $+55^{\circ}\text{C}$ i tappvarmvatten-temperatur. En sänkning av temperaturen till $+50^{\circ}\text{C}$ medför sänkta effektbehov men kanske ej sänkta energi-behov. För dimensionering kan dock sänkta effektbehov utnyttjas.

Bild 6.5 visar värmebehov för tappvarmvatten till 147 lägenheter under ett dygn med stor förbrukning.

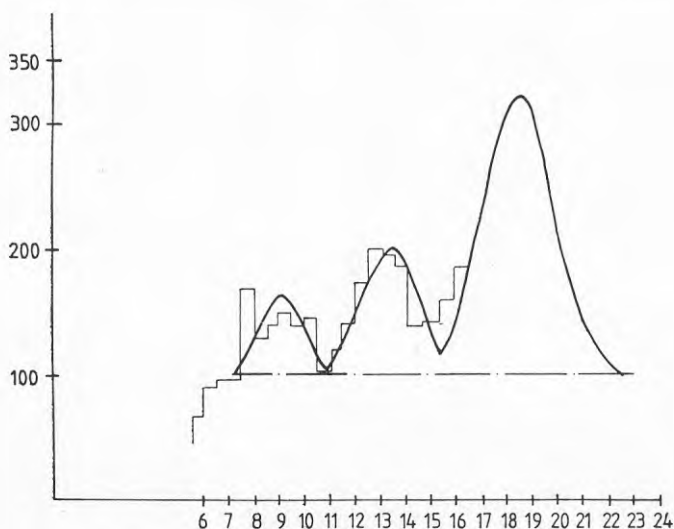


Bild 6.5 Effektbehov för tappvarmvattenberedning till 147 lägenheter under ett fredagsdygn.

Källa: R57: 1973.

Korrigeras denna kurva till att gälla för 180 lägenheter och 50°C på tappvarmvattnet erhålls diagrammet enligt bild 6.6.

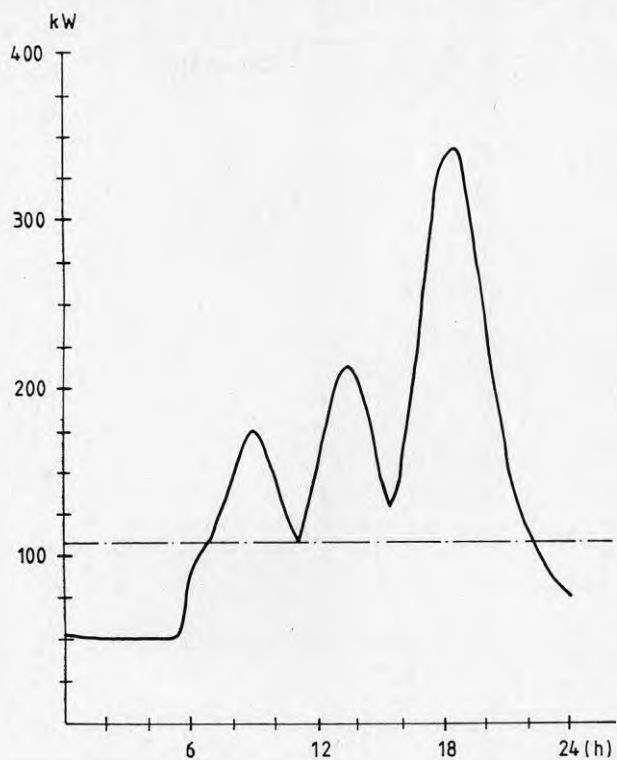


Bild 6.6 Effektbehov för tappvarmvattenberedning till 180 lägenheter. Temperatur +50°C.

Varaktigheten för topparna i bild 6.5 återges i bild 6.7, där endast tappningseffekter större än dygnsmedeleffekten medtagits.

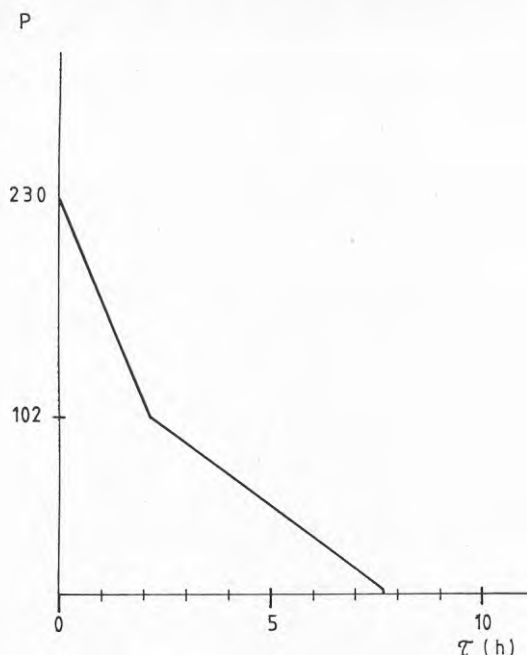


Bild 6.7 Varaktighetsdiagram för belastningstopparna i bild 6.6.

Integreras varaktighetskurvan i bild 6.7 med avseende på effekten, P , kan ekonomisk ackumuleringsvolym beräknas. Resultaten visar att det är lönsamt att ackumulera hela belastningstoppen (-topparna). Vid beräkningarna användes kostnaden 1 000 kr/kW kondensoreffekt mot 17 kr/kWh för lagring i cistern. Vid fördubblad lagringskostnad tangeras lönsamhetsgränsen för dygnsutjämnande lager.

För att klara dygnessvängningarna krävs att cirka 550 kWh lagras. Vid lagring av tappvarmvatten vid $+50^{\circ}\text{C}$ krävs därvid en lagringsvolym av cirka 13 m^3 . För att klara uppvärmning av lagret på cirka 6 timmar krävs effekten 90 kW. Den totala (netto-)effekten för tappvarmvattenberedning blir då cirka 150 kW. Värmeförluster från lagringscistern ökar effektbehovet. Antages att lagring sker i två cisterner om 6 m^3 vardera och av cylindrisk form, kan värmeförlusterna per dygn beräknas till:

$$Q = 2 \times 0,2 \times 18,4 \times (38 - 20) \times 24 = 3,2 \text{ kWh}$$

Isoleringen har i detta fall antagits vara 20 cm mineralull och dygnsmedeltemperaturen i cisternerna uppskattades till 38°C . Något effektpåslag för förlusterna behöver således inte göras utan dessa ryms inom felräkningsmarginalen.

Kommer lagring att ske i värmevatten måste värmeöverföringsytan och lagervolym avstämmas mot kondenseringstemperaturen hos värmepumpen. Med det momentana effektbehovet cirka 870 kW behöver den värmeöverförande ytan vara cirka 75 m² i en beredare av genomströmningstyp.

6.1.3 Systemlösningar

En stor fördel med grundvatten som värmekälla för värmepumpanläggningar är den jämna temperaturen under hela året hos värmekällan. Temperaturen svänger endast med ett par grader. Detta innebär att en värmepumpanläggning kan konstrueras, med goda driftsförhållanden under en mycket stor del av året. De fall som kan ge dålig drift (låg total värmefaktor) är låglastperioder, då uttagen effekt understiger 25-30 procent av fullasteffekten. Försämringen beror på att förlusterna från maskineriet blir relativt större.

Belastningskurvan för bostadsuppvärmningen i detta projekt har utseende enligt bild 6.8.

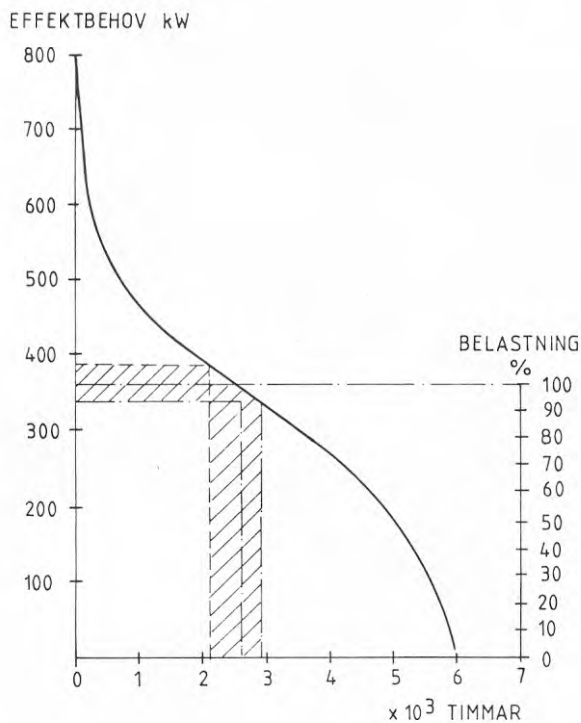


Bild 6.8 Effektbehov för bostadsuppvärmningen.

Inkluderas tappvarmvattenberedning i belastningskurvan får den utseende enligt bild 6.9. För tappvarmvattenvärme används då 150 kW koninuerligt enligt vad som tidigare anförts.

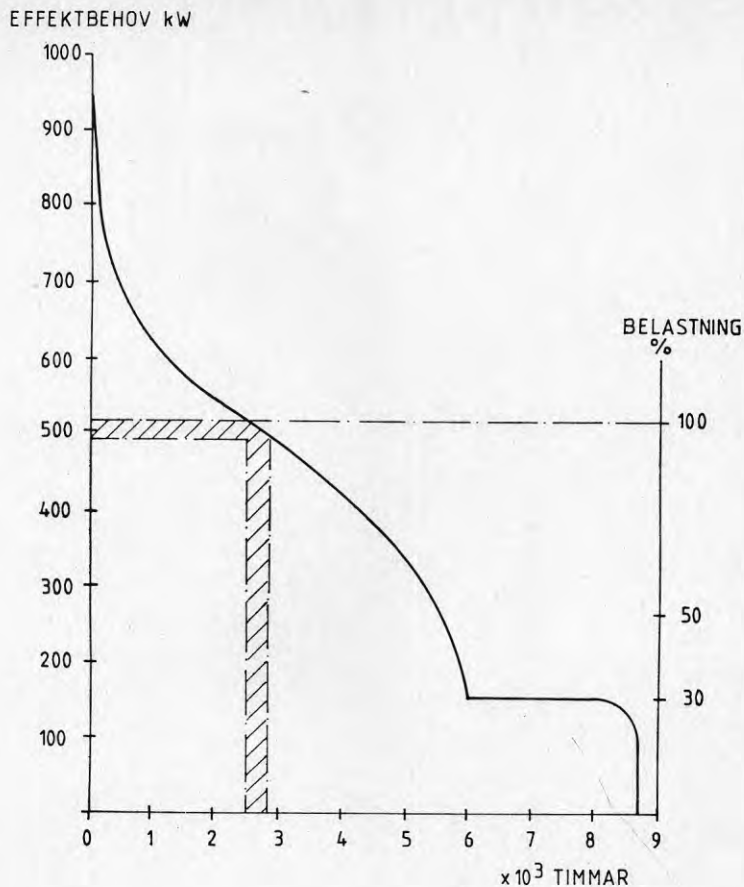


Bild 6.9 Effektbehov för bostadsuppvärmning och tappvarmberedning med ackumulering.

Vid en effektregering ned till cirka 30 procent ökar det relativa effektbehovet med 30 procent räknat från fullast. Det vill säga värmefaktorn minskar från t ex 3 till 2,5. Skruvkompressorer kan i detta sammanhang ge bättre resultat, men vid riktigt låga delaster är det drivmotorn och dess reglering som blir avgörande.

I vårt fall har vi tillgång till en värmekälla med cirka 350 kW vid +6 till +2°C. I en värmepumpprocess med kondenseringstemperaturen +50°C kan värmefaktorn 3,5 säkert uppnås. Höjs kondenseringstemperaturen till 55°C sjunker värmefaktorn till cirka 3,2. Detta ger överslagsmässigt total kondensoreffekt av 490 (510) kW.

Belastningen sommartid (tappvarmvatten) kommer då att utgöra cirka 30 (28) procent av fullast.

Enligt bild 6.9 inträffar detta under 2 750 timmar per år. En sänkning av värmefaktorn med 0,5 enheter ökar elenergibehovet med 27 500 kWh. Vid energipriset 20 öre/kWh motsvarar detta 5 500 kr/år. Det är således viktigt att kunna upprätthålla god värmefaktor vid 30 procent belastning. Tillgänglig effekt för bostadsuppvärmning är 340 kW (380 kW). I bild 6.8 framgår att detta effektbehov överskrids under cirka 2 200 (2 900) timmar per år.

Under en övergångsperiod av cirka 3 600 timmar kommer det totala effektbehovet att variera kontinuerligt från 100 procent och ned till 30 procent.

Med hänsyn till värmebehovskurvans utseende - jfr bild 6.8 och 6.9 - bör en uppdelning på två värmepumpsystem undersökas, där den ena pumpen täcker behovet för varmvattenberedning och den andra försörjer värmesystemet. En hel del driftstekniska fördelar uppstår härmed, bl a kan den mindre pumpen för tappvarmvattenberedning ges ett mycket enkelt utförande, då den arbetar under konstanta förhållanden. Drifttiden på denna värmepump blir hela året bortsett från erforderlig tid för service och underhåll.

Beroende av om dispens kan erhållas för direkt beredning av tappvarmvatten i ett värmepumpsystem eller om ett värmebärarmedium måste användas kan värmefaktorn hållas vid cirka 3,6 mot 3 i det andra fallet. Värmefaktorn anger nyttiggjord energi i förhållande till tillförd (el-)energi.

Bidl 6.10a visar ett "direkt" kopplat system för tappvarmvattenberedning. För ett sådant system kan köldmediet R22 användas om kondenseringstemperaturen hålls vid +50°C. Med hjälp av hetgaskylare kan en slutlig höjning av tappvarmvattnet till +50°C åstadkommas.

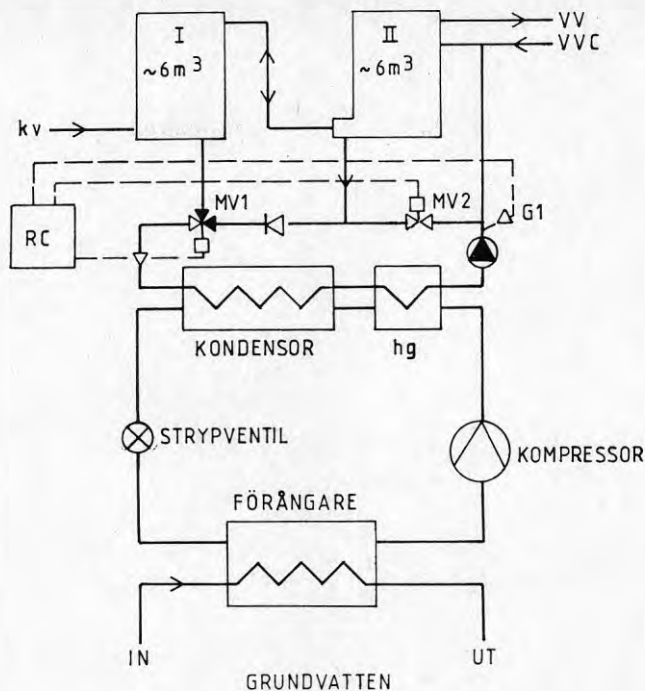


Bild
6.10a

Direktkopplat system för tappvarmvattenberedning. Beredaren består av två seriekopplade cisterner om 6 ä 6,5 m³ vardera. Tappvarmvattnet värms i kondensorn (kondenserings-temperatur +50°C) och hetgaskylaren till 50°C. Temperaturen registreras av givaren G1, vilken styr ventilerna MV1 och MV2 i sekvens. Uppnås ej 50°C efter hetgaskylaren stryper först MV1 flödet från förvärmningscisternen (I). Räcker ej det öppnas MV2. Stiger temperaturen över +50°C stängs MV2. Därefter släpper MV1 fram vatten från cistern I till kondensorn. Vatten kommer därvid att tryckas från cistern II till cistern I, varvid cistern I fylls med varmt vatten. När cisternerna är fyllda med varmt vatten kommer kondenserings-temperaturen att stiga varvid högttryckspressostaten i värmepumpsutrustningen stoppar denna. Genom fördröjning kan återstart uppskjutas lämplig tid, t ex 1 timme.

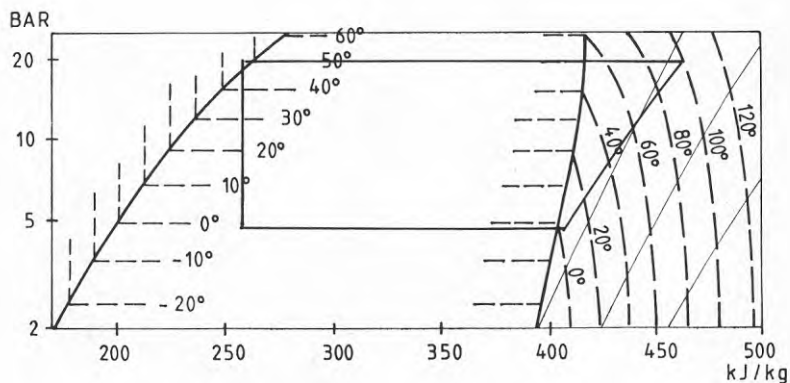


Bild
10b

Värmepumpprocessen åskådliggjord i ett köldmediediagram (R22). Dimensionerande driftförhållanden:

Förångningstemperatur cirka -2°C .
 Grundvattentemperatur efter förångare $+2$ till $+3^{\circ}\text{C}$.
 Grundvattenflöde $7,8-8,0$ l/s
 Kondensering vid $+50^{\circ}\text{C}$.
 Vattentemperatur före kondensorn ca $+37^{\circ}\text{C}$
 " - efter " ca 47°C
 " - hetgaskylare ca 50°C
 Vattenflöde $2,7$ l/s
 Värmefaktor $3,6$

Godtas icke ett direktverkande system måste värmepumpen förses med en värmebärarkrets. Kylnormen föreskriver att: vattenkyld maskin eller apparat får ej ha avstängningsventil eller vattenregleringsventil i avloppsledningen utan endast i tillloppsledningen. Tappvattenkranar efter kondensor- och hetgaskylare är således ej tillåtna. Se bild 6.11a. För att klara beredning av 50 gradigt tappvarmvatten måste då, på grund av en extra värmeväxling, kondenseringstemperaturen höjas till +55°C. Detta innebär i sin tur att ett annat köldmedium måste väljas, t ex R12 eller R500*), och därtill en kompressor med större slagvolym.

*) R500 är en azeotropisk blandning av R12 och R152a.

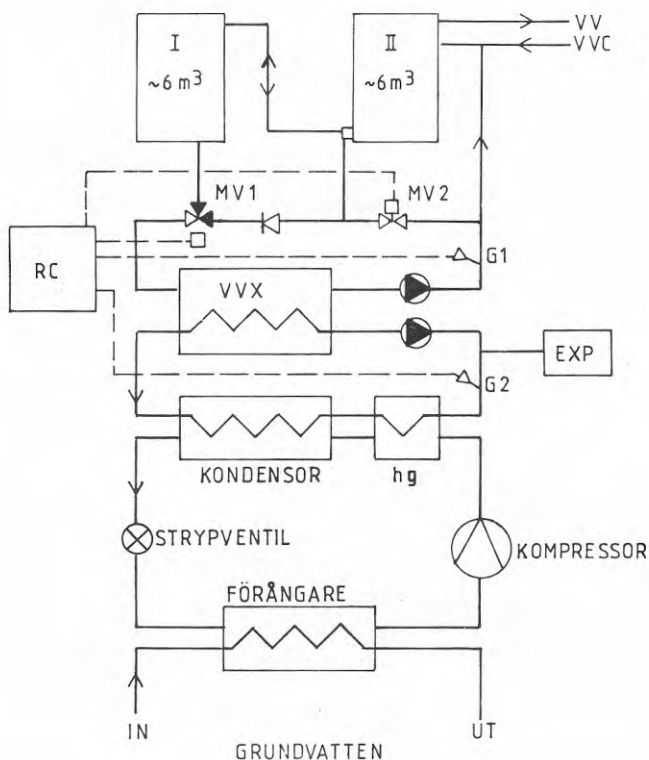
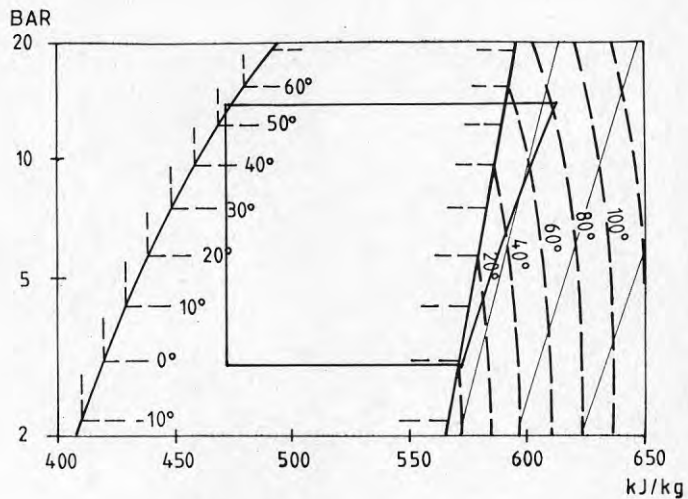


Bild
6.11a

Tappvarmvattenvärmning med värmebärarkrets. Uppbyggnaden på tappvarmvattensidan överensstämmer med den i bild 6.10a. Värmeväxlaren (vvx) mellan tappvarmvattenkretsen och värmebärarkretsen dimensioneras för en temperaturredifferens på cirka 5°, varvid värmebärartemperaturen före växlaren bör vara 55°C för att 50-gradigt tappvatten skall erhållas.

Temperaturen hos tappvattnet registreras av givaren G1, vilken via reglercentralen (RC) styr motorventilerna MV1 och MV2 i sekvens. Temperaturen i värmebärarkretsen registreras av givaren G2 och tillåts ej överstiga +55°C med mindre än att MV1 står i öppet läge för vatten från förvärmningscisternen (I). Stiger temperaturen över cirka +55°C (cisternerna är uppladdade) stoppas kompressorn och cirkulationspumpen i tappvarmvattenkretsen. Återstart bör fördröjas för att minska antalet starter.



6.11b

Värmepumpprocessen åskådliggjord i ett köldmediediagram (R12). Dimensionerande driftförhållanden:

Grundvattentemperatur efter förångare +2 till +3°C.

Grundvattenflöde

Förångningstemperatur ca -2°C

Kondensering vid +55°C.

Vattentemperatur före kondensorn ca +42°C

" - efter " ca 52°C

" - " hetgaskylare ca 55°C

Värmebärrarflöde (vatten) 3 l/s

Värmeffaktor 3,3

Tappvarmvattenflöde genom vvx 2 l/s

Tappvarmvattentemperatur före vvs ca 32°C

Logaritmisk medeltemperaturdifferens 7,2°

Värmepumpanläggning för bostadsuppvärmning.

Risken för frysning i förångare och problem vid infiltrering av grundvattnet gör att utgående temperatur på vattnet från förångaren ej bör understiga $+2^{\circ}\text{C}$. I detta fall har vi räknat med $+2,5^{\circ}\text{C}$ i genomsnitt. Lämplig kondenseringsstemperatur hamnar då kring -2 till -3°C .

För att erhålla en god värmefaktor bör, när förångningstemperaturen är fastlagd, kondenseringsstemperaturen hållas så låg som möjligt. Mot detta talar ökade kostnader för värmarytor i bostäder etc. Bilden 6.12 visar ökningen hos radiatorytor vid sänkning av radiatortemperaturen och bild 6.13 årskostnaden för radiatorerna till 180 lägenheter vid 20 års avskrivningstid och 8 procent ränta. I samma bild har inlagts årskostnaden för drivenergin till en värmepump vid olika energipris. Det framgår av bilden att lämplig radiatortemperatur ligger kring $+50^{\circ}\text{C}$. För detta objekt föreslås därför framledningstemperatur $+55^{\circ}\text{C}$ och returtemperatur $+45^{\circ}\text{C}$ vid dimensionerande utomhustemperatur.

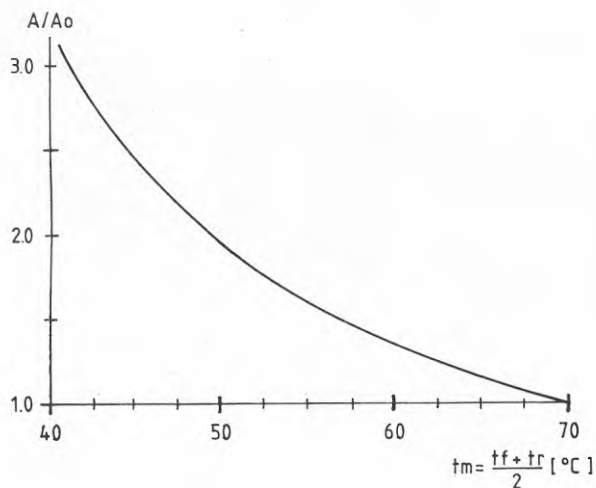


Bild
6.12

Erforderlig ytförstorning vid sänkning av temperaturen i radiatorsystem om samma effektöverföring skall upprätthållas.

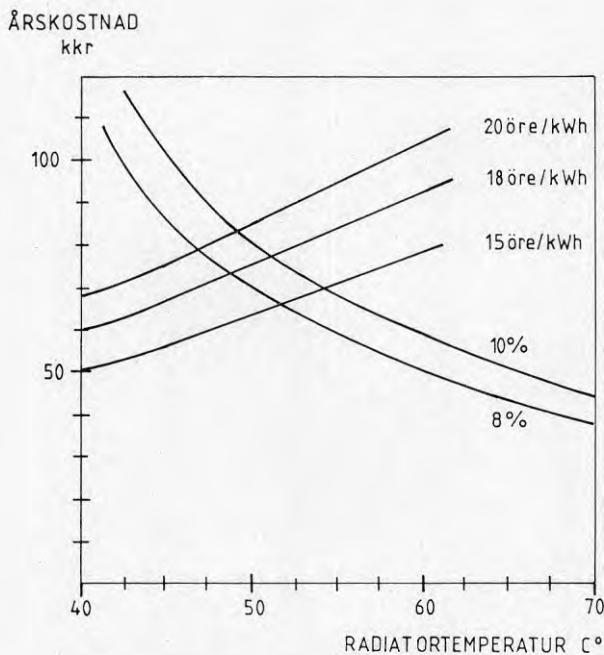


Bild 6.13 Årskostnad för radiatorer (180 lägenheter) vid 20 års avskrivningstid och 8 respektive 10 procent ränta samt årskostnad för drivenergin till värmepumpanläggning vid 15, 18 och 20 öre/kWh. Tillgänglig förångareffekt cirka 250 kW. Värmefaktor cirka 3,5.

Den tillgängliga effekten i värmekällan (grundvattnet) är cirka 250 kW.

Med köldmedium R22 och utgående kondensorvattentemperatur (det förvärmade radiatorvattnet) kring 48°C kan effekten 300 kW avges vid en värmefaktor mellan 3,4 och 3,5.

Vid stigande utomhustemperatur sjunker temperaturen hos inkommande radiatorvatten till kondensorn varvid högre värmefaktorer uppnås. Bild 6.13 visar fram- och returledningstemperatur i ett radiatorsystem med avseende på utomhustemperaturen. Inlagd streckad linje visar temperaturen efter värmning i kondensorn.

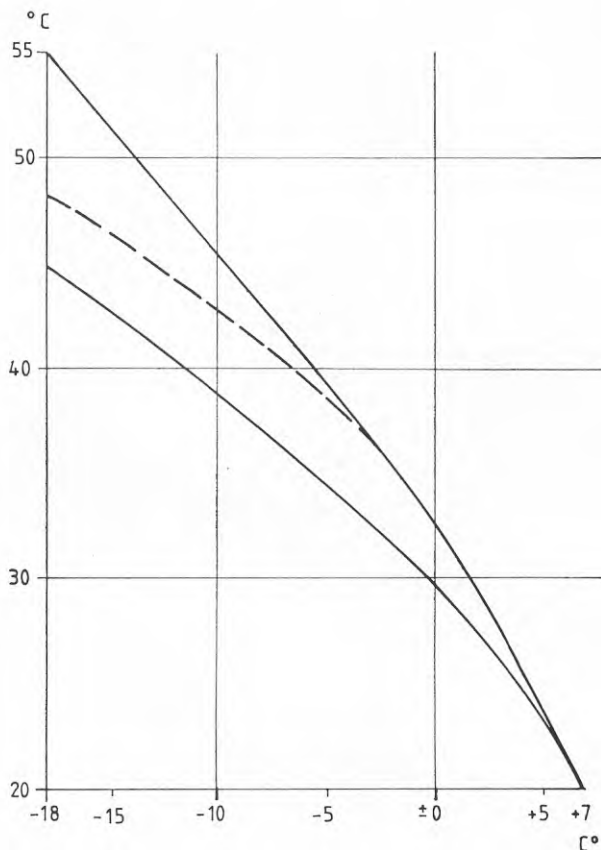


Bild 6.14 Fram- och returledningstemperaturer i ett 55/45°C radiatorsystem. Inlagd streckad linje visar bidraget från en värmepump med cirka 300 kW kondensoreffekt vid totalt 800 kW värmebehov.

Beroende på kompressorutförande kan mycket goda värmefaktorer (över 3,5) erhållas även vid dellastdrift ned till 15-20 procent belastning. Därefter sjunker värmefaktorn mot 3.

Effektregleringen hos värmepumpar fungerar ned till ungefär 10-12 procent belastning. Detta medför, att vid utomhustemperaturer mellan +5,5 och +7°C måste tillsatsvärme utnyttjas.

Ur bild 6.8 framgår att nämnda temperaturintervall motsvarar cirka 500 timmar per år.

Värmepumpprocessen för en kolvmaskin har ett utseende motsvarande det i bild 6.10b Utnyttjas en skruvkompressor kommer, på grund av temperaturbegränsningar i kompressorn, utströmmande gas att kylas till cirka 80°C medelst oljeinsprutning i kompressorn. Kondensorn måste i det fallet kompletteras med oljekylare. Alternativt kan kylning erhållas genom insprutning av köldmedievätska i kompressorn. Den komprimerade gasens temperatur begränsas då till cirka 60-65°C för att man skall slippa installera någon oljekylare. Kondensorn måste dock ökas i och med att cirkulerad köldmediemängd ökar med 15-20 procent. Prisrelationen mellan kondensor och oljekylare är ungefär 1:2.

Tillsatsvärme kommer att krävas när utomhustemperaturen understiger cirka -3°C samt då den ligger mellan +5,5 till +7°C.

Bild 6.15 visar en schematisk koppling av värmepump och värmeväxlare för tillsatsvärme.

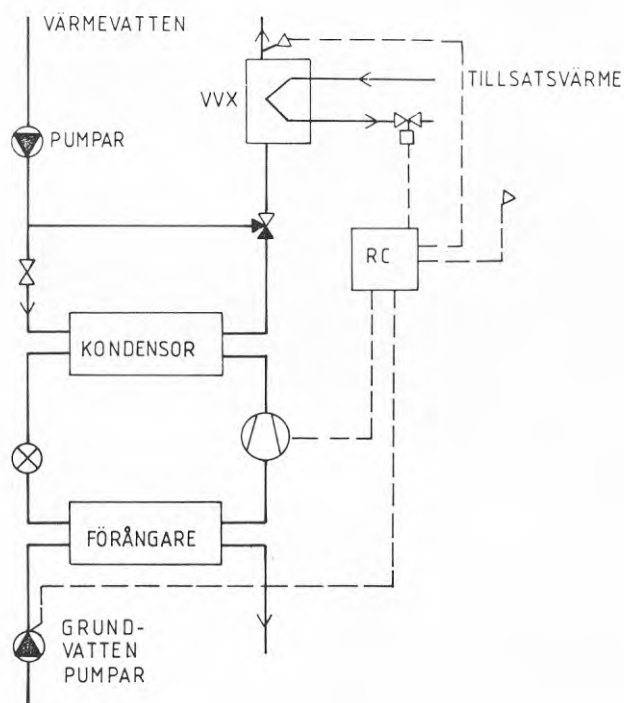


Bild
6.15

Värmepumpanläggning för förvärmning av radiatorvatten. Principskiss.

Framledningstemperaturen styrs efter kurvan i bild 6.14 från en reglercentral med utomhusgivare. Motorventilen i tillsatsvärmekretsen och värmepumpen arbetar i sekvens så, att när ventilen är stängd vidtar effektregeringen hos värmepumpen. I samband med effektregering hos värmepumpen styrs grundvattenpumparna stegvis för att begränsa grundvattenuttaget och pumpenergibehovet vid låg last.

Vid sidan av det ovan anförda förslaget med två separata värmepumpsystem har alternativ med en gemensam värmepump studerats. Därvid har tappvarmvattenberedning dels fått ske indirekt via värmevattnet, dels direkt i hetgaskylare och underkylare.

Problem har uppstått i dessa lösningar med att klara tappvarmvattenberedning under låglastperioder. Värmeöverföringen i hetgaskylare och underkylare sjunker mer än proportionellt vid en minskning av köldmedieflödet varför en extra kondensator måste införas. Används värmevatten för både tappvarmvattenberedning och radiatorkretsar uppstår i vårt fall fördelningsproblem vid dellaster på grund av att returvattnet i radiatorsystemet ofta har lägre temperatur än vad som accepteras i tappvattencisternerna.

Därtill kommer att kondenseringstemperaturen för hela anläggningen måste anpassas till tappvarmvattnets temperaturkrav. Cirka 60 procent större slagvolym hos kompressorn krävs för övergång från R22 (+50°C) till R12 (+55°C) vid bibehållen effektagivning. Merkostnaden för detta uppskattas till 150 000 kronor vid 500 kW mot 50 000 kronor vid 150 kW.

Den lägre kostnaden gäller således vid två separata system och om tappvarmvattenberedningen måste ske "indirekt", se bild 6.11a.

6.1.4 Tillsatsvärme

Av det totala värmebehovet vid ackumulerande tappvarmvattenberedning klarar värmepumparna cirka 50 procent motsvarande cirka 450 kW. Genom uppdelningen på en tappvarmvattenkrets och en värmevattenkrets klaras cirka 37 procent (300 kW) av uppvärmningseffekten och hela effekten för tappvarmvattenberedningen.

Detta ger att någon tillsatsvärme för tappvattnet ej behövs. Dock måste reserv finnas om värmepumpen skall kunna stoppas för service och underhåll eller om driftstörningar uppstår. Den erforderliga effekten därvidlag är 150 kW.

För uppvärmningen krävs tillsatsvärme under en stor del av eldningssäsongen. Det årliga energiuttaget kommer dock att bli litet (se bild 6.8) då värmepumpen täcker basbehovet. Totalt rör det sig om cirka 350 MWh/år, vilket motsvarar 70 000 kronor vid priset 20 öre/kWh.

Tillsatsvärmekällan bör dimensioneras för hela effektbehovet (cirka 800 kW) för att även kunna vara reservkälla.

De alternativ som förefaller tillämpbara i detta fall är egen oljepanna eller fjärrvärme, elvärme.

En kostnadsjämförelse mellan dessa alternativ vid ovannämnda effektbehov och energiuttag redovisas i tabell 6.2.

Tabell 6.2 Investerings- och årskostnad för oljeeldad panncentral och fjärrvärmecentral för 800 respektive 1 000 kW. Allt angivet i kkr (1 000-tals kronor) och exklusive moms.

	Oljeeldad panna			Fjärrvärme	
	800 kW	1000 kW		800 kW	1000 kW
Panna, brännare* Säk utr	60	66	VVX	13	15
Oljecistern	8	8	Regler- och mätutr	5	5
Skorsten	25	25	Primär- kulvert	(100)	(100)
	93	99 kkr		26	28 kkr
Årskostnad 8 % ränta och 15 års avskriv- ningstid	10,9	11,6		3	3,3
Investering byggnad:					
inbyggd central	15	15		8	8
friliggande central	65	65		40	40
Årskostnad byggnad:					
inbyggd central	1,5	1,5		0,8	0,8
friliggande central	65	65		4,0	4,0
Skötsel och underhåll	3	3		1	1
Totalt:					
inbygd central	15,4	16,1		4,8	5,1
friliggande central	20,4	21,1		8,8	9,1

*) Priset avser en panna. Vid uppdelning på t ex två enheter stiger priset med cirka 25 kkr och årskostnaden med cirka 3 kkr.

Den fasta årskostnaden för fjärrvärmeanslutning ligger kring 5 000 kr/år. Till detta kommer dock abonnemangsavgiften, vilken med hjälp av Värmeverksföreningens riktlinjer, kan uppskattas till cirka 57 000 kronor vid 800 kW. Förbrukningsavgiften vid 350 MWh blir enligt samma källa cirka 63 000 kronor om oljepriset sätts till 1 500 kr/m³*).

Motsvarande siffra för 1 000 kW är 69 000 kronor.

Årskostnaden för olja vid egen panncentral blir cirka 63 000 vid pannverkningsgraden 75 procent, d v s det samma som för energin i fjärrvärmealternativet.

Total årskostnad för fjärrvärme och egen panncentral framgår av tabell 6.3.

Tabell 6.3 Årskostnader för egen panncentral respektive fjärrvärme. Kostnader angivna i kkr.

Fast årskostnad	Oljepanna		Fjärrvärme	
	800 kW	1000 kW	800 kW	1000 kW
Inbyggd central	15,4	16,1	4,8	5,1
Fristående central	20,4	21,1	8,8	9,1
<u>Fast årsavgift</u>	-	-	57**)	69**)
<u>Energikostnad</u>	63	63	63	63
<hr/>				
Totalt för inbyggd central	78,4	79,1	124,8	137,1
fristående central	83,4	84,1	128,8	141,1

Av tabell 6.3 framgår att årskostnaden varierar obetydligt (700 kronor) mellan 800 kW och 1 000 kW installerad effekt i alternativet med egen oljepanna. Detta medför att pannanläggningen också kan tjänstgöra som reserv i kretsen för tappvarmvattenberedning. För denna funktion tillkommer då en värmeväxlare, en motorventil, några avstängningsventiler, rördelar m m. Värmeväxlaren kopplas in parallellt med kondensorn på tappvarmvattensidan. Kostnaderna för dessa delar, vilka är gemensamma för både pann- och fjärrvärmealternativet vid 1 000 kW installerad effekt, uppgår till

*) Dagspris juli 1980 1 380 kr/m³ för Eldningsolja l.

***) Vid 500 kW abonnemang cirka 38 kkr.

cirka 13 000 kronor. Ett alternativ till detta är att förse ackumulatortankarna med elpatroner. Kostnaderna för detta uppgår till 15 000 à 17 000 kronor, totalt om 150 kW eleffekt är tillgänglig i värmecentralen*).

Vilken form av tillsats- och reserveffekt som är lämpligast beror mycket på vilket avtal som kan slutas med fjärrvärmeleverantören. Som framgår av anmärkningen i tabell 6.3 sänks den fasta årsavgiften med 19 000 respektive 31 000 kronor om abonnemangseffekten **) endast omfattar tillsatsbehovet för uppvärmning (500 kW). Accepteras ej detta reduceras alternativen till oljepanna för hela behovet kontra fjärrvärme för uppvärmning och elvärme för tappvarmvattenvärmning.

Resultatet av dessa jämförelser ger att egen oljepanna kostar cirka 100 000 kr/år mot cirka 120 000 kr/år för fjärrvärme- elvärmealternativet.

6.1.5 Sekundärsystemen

Beredning av tappvarmvatten och värmning av radiatorvatten sker lämpligen på ett ställe för att undvika extra temperaturfall och därmed sammanhängande kostnader för drivenergi (lägre värmefaktor vid högre kondenseringstemperatur) eller värmaytor.

Distributionen av värme- och varmvatten bör ske i kulvertar innehållande fyra rör: två för radiatorvattnet, ett för varmvattnet och ett för varmvattencirkulationen (VVC). Dimensioneringen av dessa ledningar sker på konventionellt sätt vad gäller varmvattenledningen och VVC-ledningen. Ett temperaturfall på 3°C är acceptabelt om, så som det förmodas att, kommande VA-byggnorm föreskriver minimum +45°C vid tappställe.

Beträffande värmen har för värmepumpanläggningen endast önskemålet om +50°C som medeltemperatur i värmesystemet större betydelse. Det vill säga temperaturfallet kan ur den aspekten väljas till exempelvis 10, 15 eller 20 grader. Möjligen förbättras värmefaktorn något vid den kallaste väderleken om värmesystemet dimensioneras för ett stort temperaturfall, ty vattnet till kondensorn har då en lägre temperatur samtidigt som värmepumpen inte täcker 50 procent av behovet.

Vid de tidigare räkningarna har dock temperaturfallet satts till 10° vid DUT = -20°C. Orsaken härtill är att radiatorsystem med mycket små vattenflöden (stora temperaturfall) är svåra eller omöjliga att inreglera.

*) Total driveffekt för värmepumpar är cirka 150 kW varför eleffektavskattningen ej behöver påverkas. Förutsatt då att båda värmepumparna stoppas.

**) Här har VVF (Värmeverksföreningens) rikttaxa använts.

Den merkostnad för det sekundära värmenätet som förorsakas av ett (relativt) ökat flöde bör således ej belastas värmepumpprojektet utan betraktas som en ofrånkomlig kostnad oberoende av värmekälla.

6.1.6 Kostnadsanalys för Nybygget

Vid den följande kostnadsanalysen kommer jämförelse att göras mot fjärrvärme. Den taxa som därvid tillämpas är Svenska värmeverkföreningens riktpriiser*).

Årsenergibehovet är beräknat till 1 800 MWh värme och 800 MWh för tappvarmvattenberedning.

Undercentralen i fjärrvärmealternativet utförs med värmeväxlarna i s k tvåstegskoppling. Den totala värmeeffekten som behövs är 800 kW för radiatorkretsen och 870 kW (+50°C) för tappvarmvattnet.

Kalkylräntan 10 procent används och avskrivningstiden 20 år för fjärrvärmeinvesteringar mot 15 år för värmepumpinvesteringar. Annuitetsfaktorerna blir därvid 11,7 procent respektive 13,1 procent.

Energipriset för elkraft har i kalkylen satts till 18 öre/kWh och effektaavgiften till 13 000 kr/år.

Vid alternativet fjärrvärme placeras undercentralen i en byggnad nära centrumleden för att minska primärkulvertens längd. Med hänsyn till de risker för buller och vibrationer från en värmepumpcentral med oljeeldning som tillsatsvärme kan det i kalkylen vara lämpligt att utgå från att centralen placeras i en separat byggnad.

Investeringskostnaderna för tappvarmvattenberedning omfattar följande poster:

Värmepump inklusive förångare, hetgaskylare, kondensor, automatik	120 kkr
Cisterner 2 x 6,3 m ³	70 kkr
Cirkulationspump	5 kkr
Styrventiler, givare, reglercentral	10 kkr
Värmeväxlare (reserv)	10 kkr
Avstängningsventiler, rördelare m m	5 kkr

*) Använt konsumentprisindex 562 (juni 1980) basår 1949.

Arbete	45 kkr
Oförutsett	<u>30 kkr</u>
Summa	295 kkr
Fast årskostnad	39 kkr
Energikostnad (värmepump)	60 kkr
<u>Värmepump för uppvärmning</u>	
Värmepump	170 kkr
Reglerutrustning	75 kkr
Rördelar, avstängningsventiler etc	10 kkr
Arbete*)	50 kkr
Oförutsett	<u>40 kkr</u>
Summa	345 kkr
Utrustning för reserv- och tillsatsvärme (oljeeldad panncentral enligt tabell 6.3.9)	99 kkr
Fast årskostnad för uppvärmningssystem	57 kkr
Energikostnad (värmepump)	72 kkr
Oljekostnad (1 500 kr/m ³ = 0,85)	56 kkr
<u>Investeringar för grundvattenuttag (avsnitt 6.1)</u>	465 kkr
Fast årskostnad	61 kkr
Pumpenergikostnad	10 kkr
<u>Byggnad</u>	150 kkr
Årskostnad	18 kkr
<u>Projektering</u>	
Igångkörning m m	120 kkr
Årskostnad	16 kkr

*) Visst arbete inkluderat i pris på panncentral.

<u>Investeringar</u>	1 475 kkr
" , per lägenhet	8,2 kkr

Årskostnader

Service och underhåll	30 kkr/år
Elkostnad (totalt)	155 kkr/år
Oljekostnad (totalt)	56 kkr/år
Summa årskostnad inklusive service och underhåll	432 kkr
Per lägenhet (180 st) ger detta årskostnaden	2 400 kr

Det återstår dock ett par kostnadsposter, nämligen kostnad för laglighetsprövning och kostnad för geologisk konsekvensundersökning. Den förra uppskattas till 225 kkr men innefattar då även en utredning angående framtida utyttjande av grundvattentillgångarna i kommunen. Huruvida hela denna kostnad skall belasta värmepumpprojektet är därför osäkert. Den senare kostnaden uppskattas till 50 kkr.

Tillämpas samma avskrivningstid för dessa poster ökar årskostnaden med 36 kkr eller per lägenhet med 200 kr.

Ökade investeringskostnader för värmerytor på grund av övergång till "lågtemperaturvärme"	340 kkr
---	---------

Motsvarande årskostnad vid 10 procent och 30 år är cirka	34 kkr
Total årskostnad för värmepumpalternativet med tillsatsvärme från oljeeldad panna	502 kkr
Per lägenhet	2 790 kr

Fjärrvärmealternativet

Enligt inledningen till detta avsnitt beräknas kostnaderna för en tvåstegskopplad undercentral utan tappvarmvattenackumulering:

Totalt installerad effekt 800 + 870 kW

Utgående från offerter för undercentraler bedöms investeringskostnaden för installationerna i undercentralen bli	200	kkkr
Årskostnaden vid 20 års avskrivningstid	23,5	kkkr
Kostnad för ianspråktagen byggnadsdel	10	kkkr
Årskostnad	1	kkkr
Service och underhåll	3	kkkr/år
Summa fasta årskostnader	27,5	kkkr

Årsavgift (fast avgift + förbrukningsavgift)

$$\text{Å} = I (10000 + 10,3 E) / 130 + (75 + 0,116 W) 04 \text{ kr}$$

I = konsumentprisindex basår 1949

E = abonnerad effekt (1 450 kW)

W = energibehov per år (2 600 MWh)

04 = oljepris för Eo4 i kr/m³*

Å = 471 kkr

Total årskostnad för fjärrvärmealternativet blir:

$$27,5 + 471 = \underline{498,5 \text{ kkr}}$$

Per lägenhet (180 st) motsvarar detta 2 770 kr/år.

Resultatet av kalkylen visar att fjärrvärmealternativet ger lägsta årskostnaden. Vid kortare avskrivningstid än de som använts här, 15 år för värmepump och 20 år för fjärrvärme, stiger kostnaderna för värmepumpalternativet relativt fjärrvärmets. Å andra sidan vid ökande oljepriser (realprisökning) ökar kostnaderna snabbare för fjärrvärmealternativet.

6.2 Grundvattenvärmepumpar i området norr om Stockholmsvägen

Enligt de planer som diskuteras förefaller det som att cirka 400 lägenheter kommer att byggas på detta område fram till slutet av 1990-talet.

Med totalt 400 lägenheter bedöms effektbehovet till cirka 2,5 MW och årsenergiebehovet till 5 800 MWh. Tappvarmvattenberedningen tar därav cirka 1 800 MWh i anspråk.

*) Juli 1980 Eo4NS 965 kr/m³ i Stockholmsområdet

Grundvattenföringen är enligt vad som tidigare nämndes god och kan troligen täcka hela effektbehovet för de 400 lägenheterna. Geologiska utredningar och provborrningar måste dock föregå vidare planer. Under punkt 6.1.1 berörs de utredningar som bör göras för grundvattenuttaget i området Nybygget. Dessa sammanfaller till viss del med de som berör detta område.

Det tekniska utförandet av grundvattenbaserade värmepumpsystem har diskuterats i avsnitt 6.1 Dessa resonemang är även tillämpliga för detta område; d v s tappvarmvattenberedningen sker med separat värmepump som dimensioneras för den effekt som krävs vid dygnsackumulering. Värmepumpar för bostadsuppvärmning dimensioneras för cirka 40 procent av värmebehovet. Under vintern måste därvid tillskottsvärme utnyttjas. Den kan hämtas från t ex egen panncentral eller ett fjärrvärmesystem.

Att bygga en värmepump för hela behovet är av flera skäl opraktiskt. Dels sker utbyggnaden av området under cirka 10 år varför effektbehovet under denna tid kommer att vara lägre, dels på grund av att ett eventuellt sammanbyggt fjärrvärmenät ej kan ta emot hela överskottseffekten sommartid. Detta förhållande diskuteras närmare i avsnitt 7.

6.2.1 Kostnader för värmepumpsanläggning

Angivna kostnader är baserade på den noggrannare utredningen för värmepumpsanläggningen i området Nybygget. Uppgifterna avser kostnadsläget i juli 1980 och är angivna utan moms.

Investering för ackumulerande tappvarmvattenberedning	700 kkr
Värmepumputrustning för 40 procent basvärme inklusive spets och reserv-effekt (oljeeldad värmepanna)	1 150 kkr
Utrustning för grundvattenuttag inklusive infiltrering	700 kkr
Byggnad	150 kkr
Total investering	2 700 kkr
Investering per effektenhet	2 700 kr/kW

Denna värmepumpinstallation täcker vid fullt utbyggt område cirka 5 000 MWh/år. Värmefaktorn för anläggningen ligger då kring 3,5; d v s det krävs en 1 500 MWh drivenergi samt 800 MWh tillskottsvärme. Dagspriset på eldningsolja I är cirka 1 400 kr/m³ och elpriset kan sättas till 20 öre/KWh. De rörliga kostnaderna blir därmed 430 kkr/år. Används annuitetsfaktorn 13,1 procent (10 procent och 15 år) blir den fasta årskostna-

den 375 kkr inklusive service och underhåll). Energi-
priset för värmepumpanläggningen blir således 14
öre/KWh vid fullt utbyggt värmebehov.

Under utbyggnadsskedet stiger energikostnaden med
cirka 50 procent på grund av att investeringen måste
ske vid ett tillfälle.

6.3 Solvärmeanläggning för bostadsområdet norr om Stockholmsvägen

Nybyggnadsområdet är beläget i en svag syd-västslutt-
ning. Som alternativ värmeförsörjning har nedan över-
siktligt studerats förutsättningarna för en central
solvärmeanläggning för cirka 400 lägenheter.

Området ska byggas ut under en relativt lång tids-
period med totalt 400 lägenheter. Lönsamheten för sol-
värmeteknik är idag ej fastighetsekonomiskt accepta-
bel. Byggs solvärmecentralen omkring år 1995 kan för-
utsättningarna vara gynnsammare t ex beroende av ökade
energipriser på olja och el, teknisk utveckling och
rationellare produktion av solvärmekomponenter samt
bättre värmelagringsmöjligheter, t ex saltlager.

6.3.1 Solvärmecentralen

Nybyggnadsområdet kan anpassas för en central sol-
värmeanläggning med solfångare samlade i områdets
nord-västra del. Bostäderna sammanbands med solvärme-
anläggningens värmelager via ett gemensamt kulvertnät.

Distributionssystem

För att utnyttja solfångare och lager så effektivt som
möjligt (enligt dagens premisser) bör distributions-
temperaturen vid varje tillfälle hållas så låg som
möjligt. En lämplig distributionstemperatur kan vara
+55°C (konstant året om) på framledningen. I varje hus
installeras en shuntgrupp som reglerar temperaturen
till radiatorsystemen. Med konstant distributionstem-
peratur kan då tappvarmvatten beredas i varje hus och
endast en tvårörskulvert erfordras för distributions-
nätet.

Bostäderna måste anpassas för låg temperatur på radia-
torsystemet. Lämpligt temperaturprogram kan då vara
ett 55 - 45°C system vara. Merkostnaden för detta upp-
går till cirka 2 000 kronor per lägenhet i ökade
radiatorytor.

Solfångarpaneler och värmelager

Storleken på solfångare och lager är helt beroende av
hur stor del av värmebehovet som skall täckas. Tek-
niskt sett finns det inget optimum så länge solfångar-
ytan korresponderar mot lagervolymen. Däremot avgör
marginalkostnaden för säsongslagring av värme hur hög
täckningsgrad man kan tillåta sig.

Dagens lagringstekniker (vattenmagasin) ger lämpliga täckningsgrader på 50 procent till 70 procent av totalvärmebehov. För vårt fall avgörs täckningsgraden av hur kostnadsbilden ser ut 1995. Det kan ju då vara möjligt att effektivare lagringstekniker framtagits och en 100 procentig täckningsgrad visar sig vara motiverad.

Erforderlig solfångararea för att täcka 50 - 60 procent av energibehovet med solvärme ger cirka 6 000 m² solfångaryta (av plantyp) och cirka 22 000 m³ vattenlager om systemet dimensioneras utan värmepumpar.

Utav den cirka 3 000 MWh insamlade solenergin tillgodogörs cirka 60 procent direkt och cirka 1 200 MWh lagras.

Används värmepump i serie med solfångare och/eller lager kan verkningsgraden på både solfångare och lager ökas och en reduktion av solfångarytan och lagervolymer kan då göras. Valet av systemlösning får göras med hänsyn till en marginalkostnadsanalys av värmepump kontra solfångaryta och lagervolym.

Vid en 100 procentig täckningsgrad av energibehovet erfordras cirka 12 000 m² solfångarpaneler och en lagervolym på cirka 40 000 m³.

Ovanstående värden är räknade för solfångare av plantyp arbetande inom verkningsgradsintervallet 50 - 75 procent vid en vinkel av 30 - 70 procent mot horisontalplanet.

I avsnitt 7 behandlas en eventuell matning av ett fjärrvärmenät med solvärme sommartid. Om en sådan tillämpning skall vara möjlig med hänsyn till konventionella temperaturer på fjärrvärmereturen sommartid, cirka 50°C, bör solfångaranläggningen utföras med solfångare av högtemperaturtyp.

Temperaturen på vattnet till solfångarna blir då cirka 55 - 60°C och lägst erfordras en temperatur på cirka 75°C ut ur solfångarna. Detta innebär att enkla plana solfångare av "normal typ" får oacceptabelt låga verkningsgrader, cirka 0 - 10 procent. Även högtemperatursolfångare ger relativt låg verkningsgrad vid dessa driftbetingelser, cirka 30 - 40 procent verkningsgrad, på grund av den höga medeltemperaturen i absorbatoren (cirka 65°C).

6.3.2 Kostnader

Kostnader för en solvärmeanläggning av ovan beskriven typ är idag svåra att kalkylera speciellt om den ska byggas i mitten av 1990-talet. Nedan ges dock en överlagsmässig bedömning av kostnaderna i dagsläget.

<u>Anläggningskostnader</u>	<u>Alt 1</u> 6 000 m ² <u>solfång.</u>	<u>Alt 2</u> 12 000 m ² <u>solfång.</u>
Solfångarpanelen	6 000 kkr	12 000 kkr
Rörledningar	1 000 kkr	1 800 kkr
Ställningar och stativ	2 500 kkr	4 000 kkr
Arbetskostnad	800 kkr	1 600 kkr
Värmebärare och frost- skyddsfyllning	200 kkr	400 kkr
Värmelager	4 000 kkr	7 000 kkr
Lågtemperatursystem (2 000 kr/lgh x 400 lgh)	<u>800 kkr</u>	<u>800 kkr</u>
	15 300 kkr	27 600 kkr

ANSLUTNING AV VÄRMEPUMP- OCH SOLVÄRMEANLÄGGNINGAR TILL FJÄRRVÄRMENÄT

Kommer värmeförsörjningen av Bålsta centrum att centraliseras till en panncentral och ett kulvertnät föreligger möjligheter att sommartid leverera värme till fjärrvärmenätet från de i avsnitt 6 beskrivna värmepump- och solfångaranläggningarna.

Den totalt anslutna effekten i ett sådant nät uppgår till cirka 13 MW. Belastningen sommartid brukar vanligen utgöra 10 - 15 procent av anslutningseffekten. Skillnaden i tappvarmvattenbehov mellan bostäder och lokaler ger variationer i sommarbelastningen hos skilda fjärrvärmenät.

För Bålsta kan man anta att effektbehovet sommartid uppgår till cirka 2 MW.

Förslaget till sammankoppling av befintliga panncentraler och ombyggnad av dessa till undercentraler medför att temperaturprogrammet i det nya fjärrvärmenätet måste dimensioneras på "konventionellt sätt". Visserligen kan åtgärder vidtas hos abonnenterna på sekundärsidan för att möjliggöra en sänkning av returledningstemperaturen i primärnätet, men detta kräver stora insatser för ökning av värmerytor (radiatorer, värmväxlare). Ekonomiskt torde enbart ökning av värmeöverföringsytorna för tappvarmvattenberedning vara. Därvid skulle returtemperaturen sommartid kunna sänkas och möjligheten att utnyttja tillgänglig värmepump respektive solfångareffekt öka.

Ett diagram över framledningens och returledningens temperaturer under ett år visas i bild 7.1 (Källa: Stockholms Energiverk).

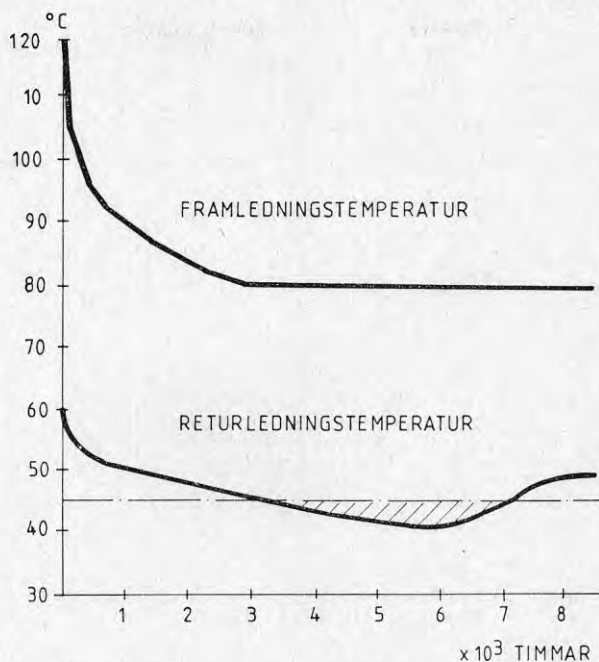


Bild 7.1 Varaktigheten hos framledningens och returledningens temperatur.

I bilden har ett område skuggats för att visa när leverans av värme från de värmepumpsystem, som beskrivs i avsnitt 6, kan ske. Orsaken till att området är så "litet" beror på valet av köldmedium (R22). Genom byte av köldmedium kan området ökas men då får detta betalas med sänkt värmefaktor och ökade investeringskostnader.

Skall fler värmeproduktionsanläggningar anslutas till nätet uppstår prioriteringsproblem.

Exempelvis kommer värmepumpen i området Nybygget att "fylla" svackan i returtemperaturkurvan till nivån +48 - 48,5°C. Nästa anläggning vilket skulle kunna vara av solvärmeanläggning i området norr om gamla Stockholmsvägen får då en temperatur på inkommande kylvatten (returvattnet) över +48°C. Den successiva höjningen av returtemperaturen påverkar verkningsgraden (utbytet) negativt hos den sist inkopplade anläggningen. Resonemanget gäller ej förbränningsanläggningar utan sol- och värmepumps dito.

7.1 Anslutning av värmepumpar till fjärrvärmenätet

Ett möjligt sätt att ansluta en värmepump till ett fjärrvärmenät visas i bild 7.2.

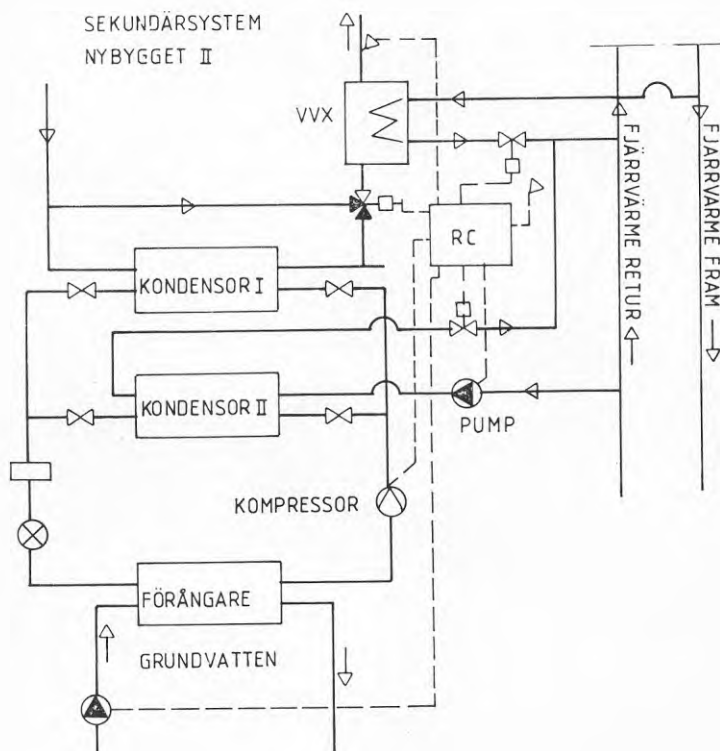


Bild 7.2 Inkoppling av lokalt värmepumpsystem för värmeavgivning till ett fjärrvärmenäts returledning.

Denna bild motsvarar bild 6.15 förutom att det tillkommit en kondensor (II), cirkulationspump och styrventil.

Arbetssättet för värmepumpen kan i korthet beskrivas med att upp till -3°C utnyttjas hela effekten för värmning av sekundärvattnet genom kondensorn I. Därefter sker effekttreglering av värmepumpen på grund av minskat effektbehov över kondensorn I. Uppskattningsvis kommer effekttreglering att ske under cirka 3 000 timmar per år.

För det fall returtemperaturen i fjärrvärmenätet är lägre eller ungefär lika som temperaturen på vattnet in till kondensorn I kan effekten på värmepumpen ökas och värme avges den genom kondensorn II. Viktigt är härvidlag att reglerventilen i fjärrvärmekretsen styrs så att inte kondensorn II prefereras före kondensorn I. Detta kan ske om fjärrvärmereturen är kallare än sekundärsystemets retur. Å andra sidan krävs att reglerventilen stänger vid för hög temperatur på fjärrvärmereturen för att undvika onödiga driftstörningar i form av tryckstegringar på köldmediesidan. Under sommartid är kondensorn I avstängd och full effekt kan tas över kondensorn II; d v s om returtemperaturen så tillåter. Sommartid råder för kondensorn I under cirka 2 600 timmar; se bild 6.8.

7.1.1 Kostnader för anslutning av värmepumpen i området Nybygget

Kondensoreffekten hos denna värmepump är 300 kW med en värmefaktor av 3,4 till 3,5. Högsta utgående vattentemperatur ur kondensorn ligger vid +48,5°C. För att helt kunna utnyttja den tillgängliga effekten måste värmebehovet sommartid vara minst $300 \times 37/5 = 2\ 200$ kW i fjärrvärmenätet. Förutsättningarna är då att temperaturdifferensen mellan fram- och returledning är 37°C (se bild 7.1) och temperaturhöjningen i värmepumpens kondensorn 5°C.

Med hjälp av bild 7.1 och 6.8 kan den totala tiden, som värmeangivning kan ske, utläsas. Bild 7.3 visar hur detta går till för det andra nybyggnadsområdet.

Den maximala energileveransen från värmepumpen uppskattas* till cirka 1 400 MWh, varav hälften avges under sommaren. En sannolik leveransmängd ligger kring 1 000 MWh/år om inte värmepumpen behöver avställas för service och underhåll under sommaren.

* Uppskattningen baseras på antaganden om returtemperaturen i fjärrvärmenätet.

Överslagsmässigt kan kostnaderna för de installationer som krävs utöver vad som medtagits i kapitel 6 bedömas till:

Kondensor inkl utrustning på köldmediesidan	40 kkr
Cirkulationspump, avstängningsventiler etc	15 kkr
Styrventil inklusive komplettering av reglercentral	12 kkr
Arbete	15 kkr
Byte till 3-rörs kuvlert (50 m)	30 kkr
Merkostnad för flyttning av värmepumpcentralen	200 kkr*
Investering	312 kkr
Årskostnad vid annuitetsfaktor 13,1 procent	49,9 kkr
Elkostnad (20 öre/kWh)	90 kkr
Total årskostnad	131 kkr

7.1.2 Kostnader för anslutning av värmepumpen i området norr om Stockholmsvägen

I huvudsak överensstämmer de tekniska förutsättningarna för leverans för denna värmepump med de för den i det föregående beskrivna.

Kondensoreffekten för denna anläggning är 660 kW. Ett varaktighetsdiagram för värmebehovet (exklusive tappvarmvatten) visas i bild 7.3.

* Kostnad för grundvattenkuvlert

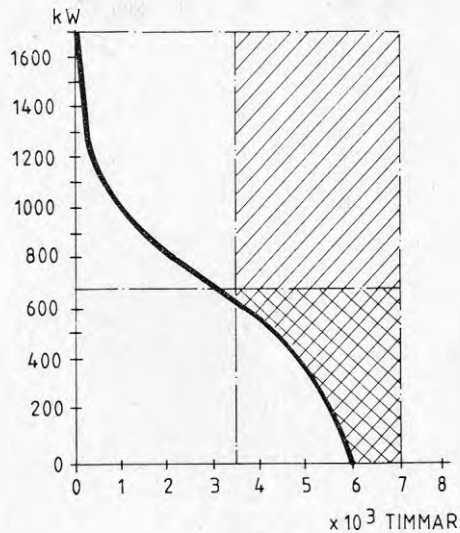


Bild 7.3 Varaktighetsdiagram för uppvärmningsbehovet hos 400 lägenheter. Den dubbelsträckerade ytan visar tillgänglig energi för leverans till fjärrvärmenät. Den enkelsträckerade ytan visar energin om värmepumpen dimensionerats för full effekt.

Den tillgängliga energin med hänsyn till returtemperaturens nivå enligt bild 7.1, visas av det dubbelsträckerade fältet. Det enkelsträckerade fältet visar tillgänglig energi om värmepumpen dimensioneras för hela effektbehovet i området. För att tillgodogöra sig denna effekt krävs att sommarbelastningen på nätet är cirka 12 MW då förutsättningarna är de samma som i föregående fall. D v s det är orealistiskt att installera en sådan pump.

Investeringar, vilka är nödvändiga för en anslutning till fjärrvärmenätet:

Kondensor inklusive utrustning på köldmediesidan	85 kkr
Cirkulationspump, avstängningsventiler	18 kkr
Styrventil och komplettering av reglercentral	15 kkr
Arbete	35 kkr
Kulvert *	75 kkr
Projektering, igångkörning m m	<u>40 kkr</u>
Summa	268 kkr

Om annuitetsfaktorn 13,1 procent används även här blir den fasta årskostnaden 35 kkr. För service och underhåll bör kostnaden höjas med 2 kkr/år. Den möjliga energileveransen framgår av bild 7.3 och motsvarar cirka 1 300 MWh. Drivenergin för denna produktion är cirka 380 MWh. Elpriset 20 öre/kWh (200 kr/MWh) ger den rörliga kostnaden 76 kkr. Totala årskostnaden blir därmed 113 kkr och det marginella energipriset 8,7 öre/kWh.

Nu gäller denna kalkyl för leverans under den tid då returtemperaturen i fjärrvärmenätet understiger +45°C. Kopplas den för området Nybygget diskuterade värmepumpen till nätet i första hand bortfaller denna leveransmöjlighet.

För att kunna delvis försörja fjärrvärmenätet krävs övergång till andra köldmedier, t ex R500 eller R31/114. I det förstnämnda fallet ökar slagvolymbehovet hos kompressorn med cirka 25 procent. Kondenseringstemperaturen +60°C kan användas varför något problem med effektbehoven på nätet ej uppstår. Överslagsmässigt ökar investeringskostnaderna med cirka 50 kkr. De rörliga kostnaderna ökar p g a att värmefaktorn försämras med cirka 0,6 - 0,7 enheter, till 134 kkr. Den totala höjningen av årskostnaden blir 65 kkr/år och skall rimligen belasta den energi som levereras till fjärrvärmenätet. Energipriset blir då 13,7 öre/kWh för den värme som levereras till fjärrvärmenätet.

Under utbyggnadsskedet, d v s mellan 1985 och 1995, kan en större mängd energi levereras till nätet samtidigt som spetsvärmeutrustningen ej behöver köras då kondenseringstemperaturen höjts. Detta innebär en sänkning av energipriset under den perioden. Totala

* 100 m enkelrör i existerande rörgrav

lönsamheten för värmepumpprojektet skall dock ta i beaktande behovet av återinvestering cirka 5 år efter det att området (den primära värmeförbrukaren) färdigställt. För att kunna göra sådana överväganden måste utbyggnadsplanerna vara mer detaljerade än vad de är i detta fall. Någon beräkning redovisas därför ej.

7.2 Anslutning av solvärmeanläggning till fjärrvärmenät

Den i avsnitt 6 beskrivna solfångaranläggningen kan anslutas till fjärrvärmenätet via en värmeväxlare.

En fördel med detta är att insamlad värme kan föras till nätet i stället för att lagras i hetvattencistern. Ekonomiskt innebär detta att pengar ej behöver investeras i ett lager förrän i slutet av utbyggnadsperioden. Dessutom kan lagringstekniken ha gjort framsteg under perioden. Nackdelar med kopplingen till fjärrvärmenätet är den verkningsgradsförsämring som drabbar solfångarna. Enkla plana solfångare kommer vid de temperaturnivåer det här är tal om knappast att kunna leverera någon värme.

Med s k högtemperatursolfångare kan verkningsgrader kring 30 - 40 procent erhållas. Investeringskostnaderna kommer dock säkerligen att stiga med en faktor 2 för solfångarpanelerna. Prisuppgifter på sådan utrustning är mycket osäker eftersom den befinner sig i försöks- och utvecklingsskede. Något försök till kostnadsuppskattning görs därför ej.

Monteras 12 000 m² högtemperatursolfångare kan cirka 18 000 MWh/år avges till fjärrvärmenätet. Då har returtemperaturen i nätet antagits till +50°C. Halveras ytan så halveras också energin till 9 000 MWh/år.

Vid ett energipris på 11 öre /kWh, vilket motsvarar oljepriset 1 000 kr/m³ kan oljekostnaderna för fjärrvärmen minska med 2 miljoner respektive 1 miljoner kronor årligen.

Axelsson N-Å, Dafgård N, Peterson F: Kostnader och livslängder för medelstora värmecentraler, Institutionen för Uppvärmnings- och Ventilationsteknik, KTH A4 nr 35 Stockholm 1980.

Balke K-D: Energie aus dem Grundwasser, VDI-Nachrichten Bd 34 (1980) Nr 7

Bäckström M: Kylteknikern, Almquist & Wiksells, Stockholm 1970

Dafgård N, Peterson F: Fasta kostnader för fjärrvärmemottagning A4 nr 10 1976, Institutionen för Uppvärmnings- och Ventilationsteknik, KTH, Stockholm

Dafgård N, Rydén B, Werner G: Solvärmecentral för Högländsområdet, BFR :1980, Stockholm

Danielsson G, Jansson L, Strindehag O: Värmepumpsystem för flerbostadshus med befintlig panncentral, BFR R70:1980, Stockholm

Eriksson L O: Energi ur grundvatten. NE-20605511, Stockholm 1980

Håkansson R, Nowacki J-E: Parameterstudie för central värmepump, Studsvik Report, Studsvik/EP-79/124

Jaryd A, Norrfors M, Olsson S: Värme från avloppsvatten, NE (Nämnden för energiproduktionsforskning), Stockholm 1980

Peterson F, Dafgård N: EFUD-78 Byggnader, byggnadsdelar och inre försörjningssystem, bilaga 1, BFR rapport G4:1978, Stockholm

Ringblom L: Ekonomiskt temperaturfall i radiatorer VVS-tidningen, specialnummer 1:1978, Stockholm

Rydberg J: Dimensionering av anläggningar för varmvattenberedning, VVS nr 5 1946

Svensson G: Dygnsbehovet av tappvarmvatten, BFR rapport R57:1973, Stockholm

Thingwall A: Tappvarmvatten, VVS-handboken, Förlags AB VVS, Stockholm 1963

VVS-tidningen: Specialnummer 1:1979, Värmepumpar

Ångpanneföreningen, Institutionen för mekanisk värmeteori och kylteknik, KTH: Värmepumpen i industri och kommun Bilaga 1, NEFOS 1978:1









Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 780997-7
från Statens råd för byggnadsforskning till Håbo kommun.

R42: 1981

ISBN 91-540-3496-5

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6700342

Abonnemangsgrupp:
W. Installationer

Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 7853
103 99 Stockholm
Cirkapris: 25 kr exkl moms