



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

R91:1990

**Projekteringsmetod för
modern energiteknik i små
utbyggnadsetapper**

Planläggning och genomförande

Björn O Modin

Byggforskningsrådet

R91:1990

PROJETERINGSMETOD FÖR MODERN ENERGITEKNIK
I SMÅ UTBYGGNADSETAPPER

Planläggning och genomförande

Björn O Modin

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 830687-3
från Statens råd för byggnadsforskning till Vännäs
kommun, Vännäs.

REFERAT

Att visa hur en liten kommun, Norrlandskommun, med osäker utbyggnadstakt, små ekonomiska resurser att tillräckligt noggrant utreda och planlägga hur kommunen kan tillämpa och administrera modern energiteknik som på sikt ger lägre energikostnader i jämförelse med direktel.

Projektet har visat vid vilka exploateringsgrader man kan tillämpa modern energiteknik i samband med exploateringen av mindre områden i mindre etapper. Utredningen visar även på hur olika detaljer i samband med exploateringen kan lösas. T ex utformning av kulvert, vatten och avloppsledningar. Effektstorlekar på värmepumpar i förhållande till totalt värmebehov etc.

Projektet har även visat hur viktigt det är att etappindelningen görs på rätt sätt.

Projektets rapport är generellt utformad och bör därför publiceras.

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

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, oblekt papper.

R91:1990

ISBN 91-540-5266-1

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

gotab Stockholm 1990

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD

SAMMANFATTNING

1.	BAKGRUND	Sid	1
2.	FÖRUTSÄTTNINGAR		6
2.1	Allmänt		6
2.1.1	Områdesbeskrivning		9
2.1.2	Alternativa områdesplaner		11
2.1.3	Etappvis utbyggnad		15
2.1.4	Husutformning		17
2.1.5	Tillgängliga värmekällor		25
2.2	Projektets genomförande		26
2.2.1	Effekt och energibehov		27
2.2.2	Värmepumpsimulering.		29
2.3	Mätningar.		31
2.3.1	Avloppsvatten		32
2.3.2	Klimat		33
3.	REDOVISNING AV TEKNISKA SYSTEM, UTFORMNING OCH EKONOMI		35
3.1	Värmekälla		35
3.1.1	Utformning		36

3.2	Värmepumpar	Sid	40
3.2.1	Central Vp, lågtemperatur fjärrvärme		40
3.2.2	Lokala Vp, kall fjärrvärme		41
3.3	Ledningssystem		46
3.3.1	Fjärrvärmenät		49
3.3.2	Kallt fjärrvärmenät, distribution av köldbärare		50
3.3.3	Vatten- och avloppsledningsnät		50
3.3.4	Samförläggning av VA-och fjärrvärmenät		52
3.4	Drift och underhåll		54
3.5	Investeringskalkyler		54
3.5.1	Värmekälla		55
3.5.2	Kostnadsberäkning av ledningssystem		56
3.5.3	Sammanställning av kostnader		59
3.5.4	Nuvärdeskalkyler		64
3.5.5	Lånereglers påverkan		74

REFERENSER

Bilaga 1: Tappvarmvattenberedning

FÖRORD

Föreliggande utredning har genomförts i samarbete med Vännäs kommun, FFNS och VIAK AB.

Författare är förutom undertecknad Margit Logrim, VIAK som skrivit kapitlet om tappvarmvattenberedning samt utfört värmepumpsberäkningar och ekonomiska kalkyler som legat till underlag för de slutliga ekonomiska kalkylerna.

Bengt Zagerholm som utfört allt arbete med ledningssystem och skrivit kapitel 3.3 - 3.3.4. Husutformning och planförslag har arbetats fram av Ragnar Bergeå FFNS Umeå.

Energianalys av framtagna husförslag har utförts av Tore Åhlström i form av ett projektarbete vid Energilinjen vid Umeå universitet.

Under arbetets gång har Rolf Tomasson och Gösta Fonzen, Vännäs kommun dels bidragit med underlag för arbetet samt värdefulla synpunkter. Britt - Marie Carniffsen har svarat för större delen av utskrift etc.

Björn O Modin

SAMMANFATTNING

Utredningen visar hur viktigt det är att sammordna de olika försörjningssystemen för nya bostadsområden för att minska den totala kostnaden vid exploateringen.

Lätt kommunalteknik är ofta för dyr att genomföra och går ej att motivera av praktiska skäl. Det skall vara speciella förhållanden för att lätt kommunalteknik skall kunna tillämpas med god ekonomi.

Husutformningen har inte så stor betydelse för energiförbrukningen i jämförelse med de boendes påverkan.

Kostnadeskalyler samt nuvärdeskalyler visar på att ett ökande elpris förbättrar värmepumparnas konkurrenskraft gentemot lokala elpannor. Projektet redovisar vid vilka exploateringsgrader som centrala värmeförsörjningssystem av typen mindre fjärrvärmenät, gruppcentral kan konkurrera ut lokalt placerade elpannor.

För att en långsiktig lönsam central värmeförsörjning skall kunna erhållas i den här typen av exploatering krävs en exploateringsgrad av lägst 0,1 - 0,12. Vid jämförelse med lokalt placerad värmepump krävs en exploateringsgrad av ca 0,16 för att denna ska kunna konkurrera med lokala elpannor.

Vid jämförelse mellan en kalkyl för samma område 1985 och 1989 så visar 1989 års kalkyl på bättre lönsamhet för en central värmepumpsanläggning bla pga av att oljepriset har gått ned under samma period.

1. BAKGRUND

Vännäs kommun är belägen i Umeälvens och Vindelälvens dalgångar. Tätorten, Vännäs, ligger vid älvarnas sammanflöden. Kommunen omfattar efter delningen med Bjurholm ca 500 km² och har ca 8300 invånare. För Norrlandsförhållanden således en liten landsortskommun men vars problem är allmänt förekommande, dvs med små ekonomiska resurser för att utreda och planera sitt bostadsbyggande.

Som en följd av begränsade egna utredningsinsatser, osäkerhet i utbyggnadsbehovet, blir byggnadsetapperna oftast små, vilket kan föranleda svårigheter att införa modern energiteknik i enlighet med målsättningen - att minska vårt oljeberoende.

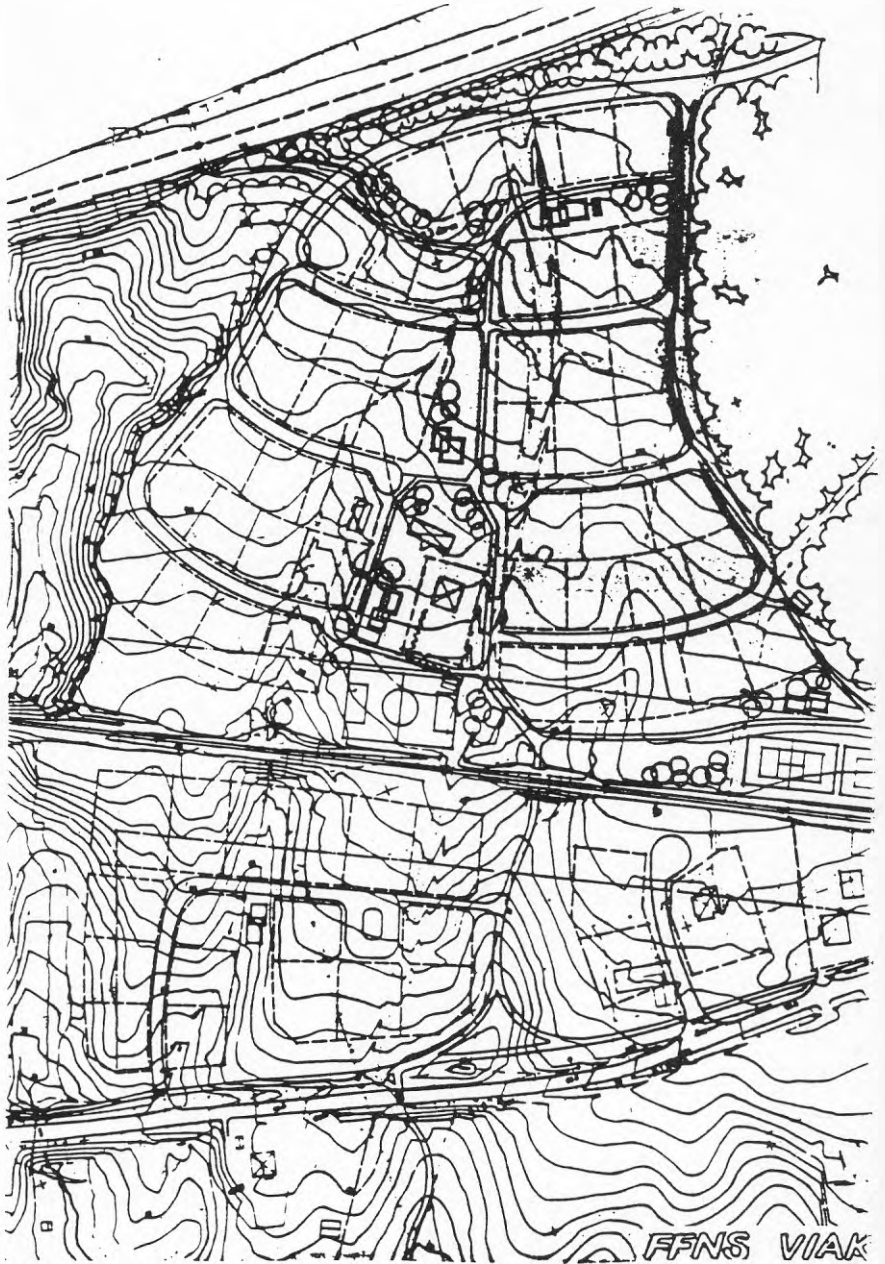
Den alternativa värmeförsörjningen kräver dessutom oftast stora språngvisa investeringar.

Vännäs kommun inbjöd våren 1981 arkitekter till en tävling om utformningen av plan och hus för bostadsområdet

Västra Hemberget, Vännäsby. Området skall rymma kommunens bostadsproduktion under 80 och 90- talet. Kraven är därför högt ställda vad avser utformning av område och hus från energisynpunkt.

Områdets omfattning framgår av figur 1.1.

Arkitekttävlingen vanns av FFNS i kombination med VIAK.



Figur 1.1

Västra Hemberget, utredningsområde

Utifrån resultatet från arkitektävlingen samt kommunens ambitioner att ytterliggare utreda utformningen av både planutformning, hus samt energiförsörjning för området gjordes en ansökan till Byggforskningsrådet om pengar för att ytterligare belysa modern energiteknik i små utbyggnadsetapper. Resultatet av det arbetet redovisas i föreliggande rapport.

Det vinnande tävlingsförslaget som låg som grund för arbetet innebar i korthet följande:

O m r å d e s d i s p o n e r i n g:

För att utnyttja planområdet effektivare än vad som är möjligt med friliggande småhus, vilka hittills dominerat bostadsproduktionen i Vännäsby, föreslås parhusbebyggelse i en och två våningar. Grönytor och parkeringar har i stor utsträckning föreslagits som gemensamhetsanläggningar.

Husen grupperas i små enheter om 8 - 14 hushåll kring en liten gågata med lekplats. Husen vetter alla åt söder och flertalet med utsikt över älven.

L ä v e r k a n:

Genom att i möjligaste mån lokalisera huskropparna utifrån de topografiska förutsättningarna erhålls läverkan. Därigenom minskas nedkylning av huskropparnas fasader.

P a s s i v s o l v ä r m e :

Solvärme för bostadsuppvärmning befinner sig för närvarande i utvecklingstadiet. En allmän bedömning är att först på 1990-talet kommer tekniken att vara intressant även från ekonomisk synpunkt.

Med tanke på projektets belägenhet, med få soltimmar under den kalla årstiden, är kravet på en väl fungerande teknik större från ekonomisk synpunkt. Emellertid kan husen utformas så att solvärme i framtiden kan utnyttjas. För att i dagsläget uppnå maximalt utnyttjande av solvärme har följande hänsyn tagits:

- Lokalisering av bebyggelse med hänsyn till solinstrålning och mikroklimat
- Orientering av byggnader och placering av fönster för optimal solinstrålning
- Bygg- och VVS-tekniska åtgärder för att utnyttja byggnadsstommen för dygnslagring (utjämning) av solvärme.

V ä r m e b ä r a r s y s t e m

För att i framtiden kunna utnyttja solvärme bör husen redan nu förberedas för lågtemperatursystem. Detta möjliggör även utnyttjande av andra värmekällor såsom markvärme, grund-, yt- eller avloppsvatten med värmepump teknik.

V ä r m e k ä l l o r

I den förstudie som utförts har som realiserbart förslag energiuttag ur orenat avloppsvatten framhållits. Söder om området passerar nämligen stamledningen från centrala Vännäs till avloppsverket i Vännäsby. En deletapp inom området planeras för närvarande för villabebyggelse. Möjligheter finns att inom detta område bygga några parhus av samma typ som senare avses utföras i huvudtetapper men istället här utnyttja värmepump med energiuttag ur marken genom s.k. ytjordvärmesystem.

2. FÖRUTSÄTTNINGAR

Bidrag erhöjls från BFR för den kompletterande studien. Kommunen tillsammans med VIAK och FFNS arbetade vidare med att ta fram mer detaljerade frågor kring exploateringen av området och vilka områden som borde belysas ytterligare för att ge en någorlunda generell bild av den här områdstypens planeringsproblem. Föreliggande utredning ska försöka ge svar på nedanstående frågeställningar som ställdes upp för det fortsatta arbetet.

2.1 Allmänt

Vännäs kommun är typisk landsortskommun med små resurser att utreda, planera och tillgodogöra sig utvecklingen, vilket tidigare framhållits.

Kommunen har satsat stora belopp i centralortens fjärrvärmenät. Vid projektets start pågick en tredje utbyggnadsfas och kommunen har därmed minskat sitt oljeberoende i stor utsträckning.

Fjärrvärmeutbyggnaden innebar att provisoriska oljeeldade anläggningar ersattes med permanenta grundvattenvärmepumpar.

I kommunens energiplan tas hänsyn till teknikutvecklingen inom energiområdet. Nya områden planeras ej slentrianmässigt utan med en ambition som normalt endast förekommer i stora kommuner med goda ekonomiska och tekniska resurser. Vännäs kommun har således noggrant utarbetat ett program vilket utgjorde underlag för tävlingen.

Krav från energisynpunkt

Inledande studier har gjorts för beaktande av värmeförsörjningsfrågorna för Västra Hemberget. I utredningen behandlas allmänt möjligheten att utnyttja lokala energikällor såsom yttjordvärme, värme ur Ume älv, biomassa och passivt solvärmeutnyttjande. Dessutom diskuteras dessa tänkbara energikällor med avseende på bebyggelseutformning.

Värmeförsörjningen för Västra Hemberget skall i första hand utformas med central värmeproduktion för husgrupper omfattande delar av eller hela området. Värmeproduktionsformen avses ge möjlighet till att utnyttja såväl konventionell som alternativ teknik.

Övrigt

Boendet skall, även med modern energiteknik, kunna finansieras med statliga bostadslån eller motsvarande.

Området är i visst avseende representativt för Norrlands glesbygd och mindre tätorter där bebyggelsen av tradition ligger i älvdalarna.

Vid den förfinade genomgången framkamm att följande frågeställningar som hör samman med områdets energiförsörjning måste utredas:

- Planutformning.

Hur kan planutformningen bäst anpassas till områdets lokalklimat, hur görs etappindelningen bäst och hur påverkar den de olika energislagen?

- Husutformning.

Vilka energisparåtgärder är motiverade för den enskilda byggnaden? Är det överhuvud taget intressant att spara värme om en lokal eller central värmepumpsanläggning står för värmeförsörjningen

- Fjärrvärmenät.

Hur ska energin distribueras, kall eller varm? Hur kan ledningsdragningen sammordnas?

- Värmepumpar.

Hur skall värmepumparna lämpligen dimensioneras och etappindelas?

- Avloppsvattenhantering.

Hur skall energiuttag ur orenat avloppsvatten göras?

- Drift och underhåll.

Kräver modern energiteknik extraordinära insatser vad gäller drift och underhåll ?

- Förvaltning.

Hur skall huvudmannskapet, finansieringen och administrationen lösas?

2.1.1 Områdesbeskrivning

Beskrivning av området

T_o_p_o_g_r_a_f_i_,_ _v_e_g_e_t_a_t_i_o_n_

Området är kuperat med södersluttning ned mot Umeälven.

Karakteristiskt för området är även de nord-sydgående ravinpartierna. Övervägande del av området utgörs av åkermark med små vegetationsinslag.

G_r_u_n_d_f_ö_r_h_å_l_l_a_n_d_e_n_

Underliggande mark utgörs i huvudsak av silt, d.v.s. mycket tjälfarligt sedimentmaterial. I områdena närmast älven kan marken vara ras- och glidbenägen.

Se även figur 2.1.



Figur 2.1

Tävlingsbidrag.

2.1.2 Alternativa områdesplaner

Kommunen har tillsammans med VIAK har FFNS tagit fram ett olika förslag till områdesplaner.

Av de framtagna förslagen fastställdes att tre olika lösningar av områdesplanen skulle utnyttjas som underlag för övriga beräkningar. Beräkningar och bearbetningar av dessa planer ger möjligheter till att erhålla ett brett beslutsunderlag för den här typen av exploatering.

Områdesplanerna har legat till grund för beräkning av energi och effektbehov och därmed panncentralers storlek, kulvertkostnader, kostnader för lätt kommunal teknik, etc.

De tre planförslagen är följande:

Planförslag 1: Totalt 131 st parhus
(enligt ursprunglig tävlingsförslag)

Planförslag 2: Totalt 95 st parhus.

Planförslag 3: Totalt 64 st enskilda hus.

Planförslagen redovisas i Figur 2.2, 2.3 och 2.4 nedan.



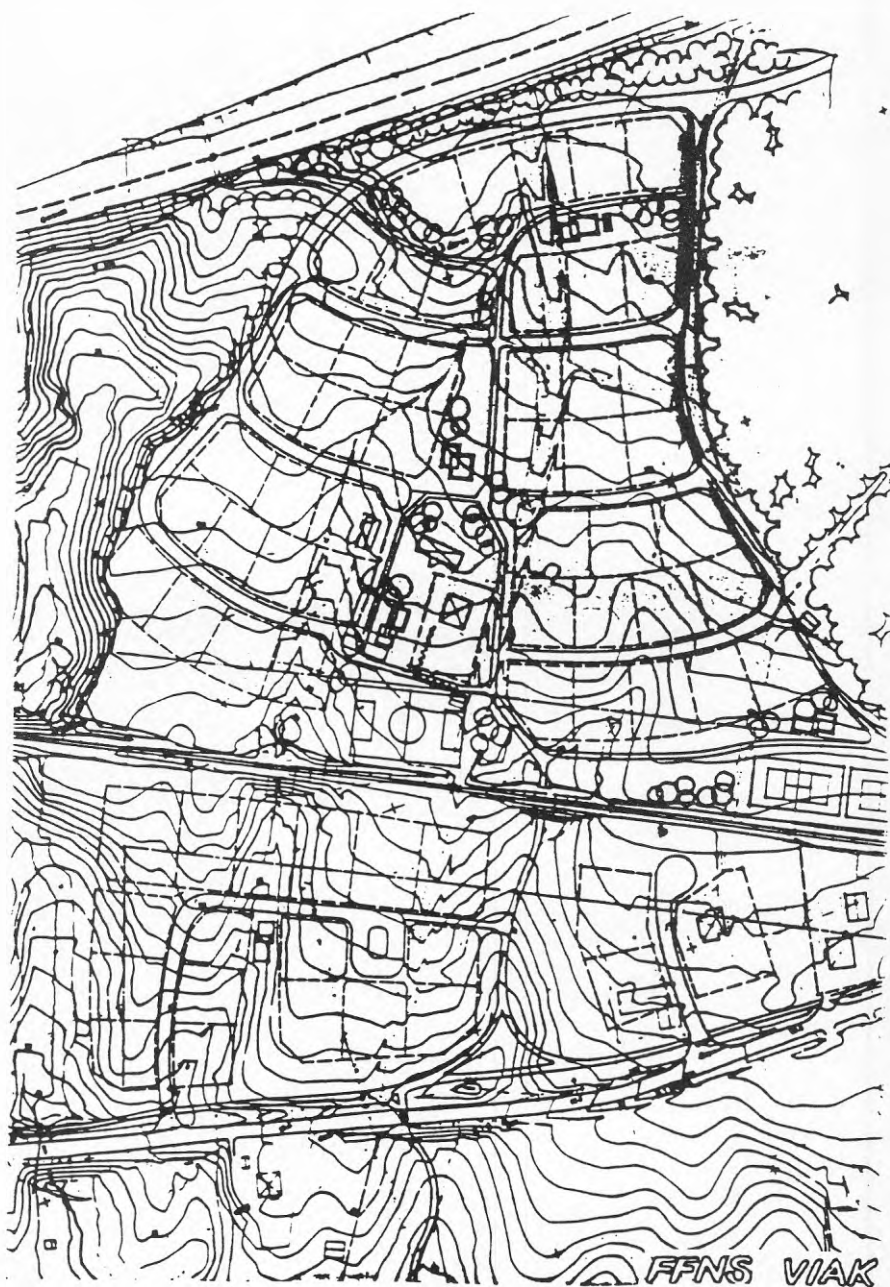
Figur 2.2.

Planförslag 1. 131 parhus.



Figur 2.3.

Planförslag 2. 95 st parhus.



Figur 2.4.

Planförslag 3. 64 st enskilda hus.

2.1.3 Etappvis utbyggnad

Exploateringen av de flesta mätområden typ Västra Bäckgården brukar ske i etapper. För att utreda etappernas påverkan på energikostnaden har området indelats i tre etapper enligt nedan, se även figur 2:5.

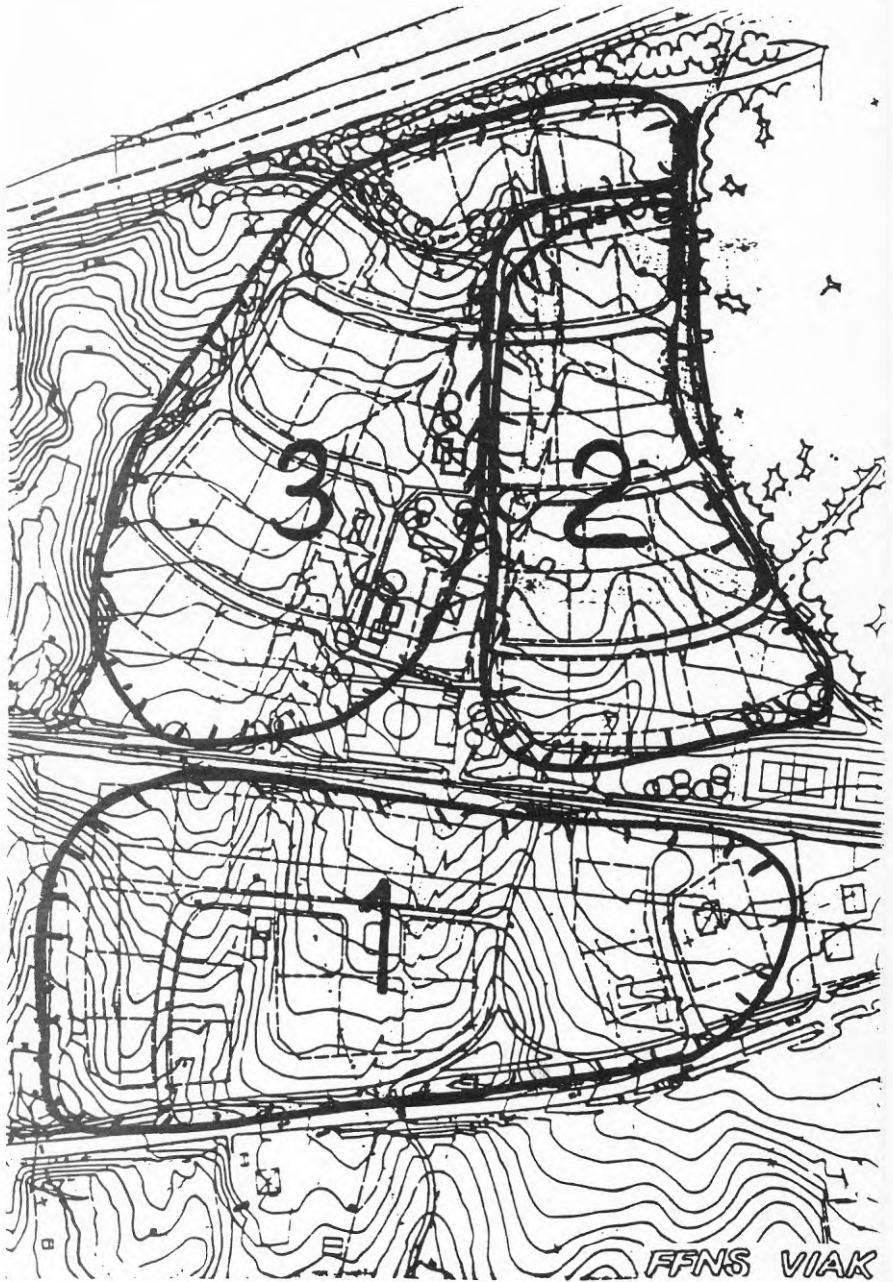
- Etapp 1: Nedanföör järnvägen
- Etapp 2: Östra delen av området som ligger ovanför järnvägen samt de hus som ligger mot Blå vägen.
- Etapp 3: Västra området.

Etappindelningen är geometriskt lika för samtliga planförslag. Etappindelningen har medfört att antalet hus per etapp fördelar sig enligt tabell 2.1.

Planförslag	Etapp 1	Etapp 2	Etapp 3	Tot ant hus
1	30	42	59	131
2	22	35	38	95
3	18	25	21	64

Tabell 2.1 Etappindelning

Samtliga kostnadsberäkningar har utförts i enlighet med ovanstående etappindelning.



Figur 2.5. Etappindelning

2.1.4 Husutformning

I det ursprungliga tävlingsförslaget ingick fyra olika hus, varav ett enplanshus, två southeränghus och ett tvåplanshus. För studien valdes två av de föreslagna husen samt ett referenshus. Som referenshus har den i Västerbotten vanligast förekommande hustypen valts.

De tre husen redovisas i figur 2.6, 2.7 och 2.8.

Under arbetets gång upprättades en önskelista på vilka variabler som borde analyseras, se tabell 2.2.

Variabel	Hustyp		REFERENSHUS
	A	B	
Lätt stomme	x	x	x
Tung stomme	x	x	x
Traditionell fönsterplac	x	x	x
Solorienterad fönsterplac	x	x	x
Större husdjup	x	x	x
Mindre husdjup	x	x	x
Tunnare isolering	x	x	x
Tjockare isolering	x	x	x

Tabell 2.2 Önskelista analysus

På grund av att de beräkningsmodeller som finns tillgängliga är tungbearbetade samt tiden att göra beräkningar för alla ovanstående fall skulle ta alla resurser för projektet i anspråk minskades variablerna till att studera endast varierad stomtyp.

Som beräkningsmodell valdes TRE E. Ett program för persondator som kan beräkna energi, effekt och ekonomi i samband med energihushållning. Programmet är framtaget av Ångpanneföreningen i samarbete med Bostadstyrelsen och Statens industriverk utifrån planverkets E-NORM.

Som bas ligger alltså den manuella BKL-metoden som beskrivs av Kurt Källblad och Bo Adamson i Byggeforskningsrådets rapport 19:1984.

Arbetet med att analysera husen utfördes av Tore Åhlström som ett examensarbete vid Energilinjens vid Umeå universitet.

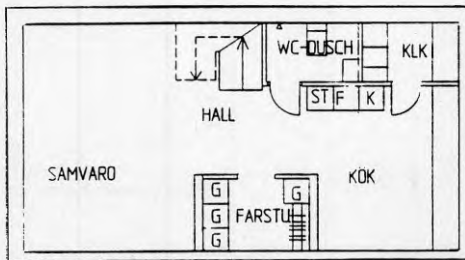
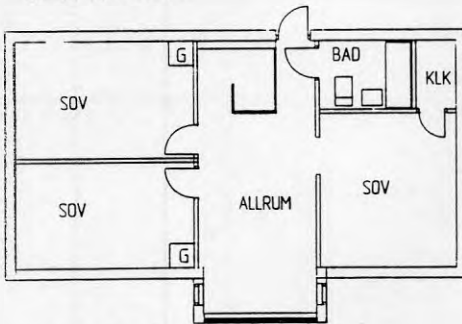
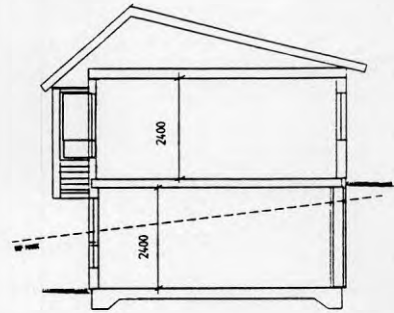
Sammanfattningsvis kan följande sägas om resultatet från analysen av hustyperna (Texten hämtad från sammanfattningen och andra delar i examensarbetet):

Hus A och B är anpassade till passivt solnyttjande med en stor del av fönstren på söderfasaden.

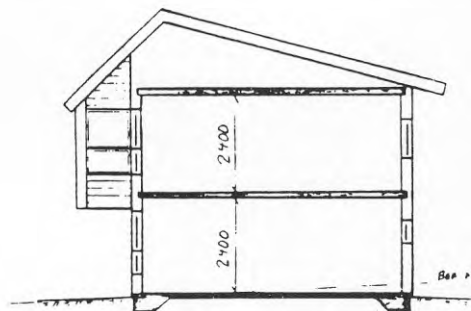
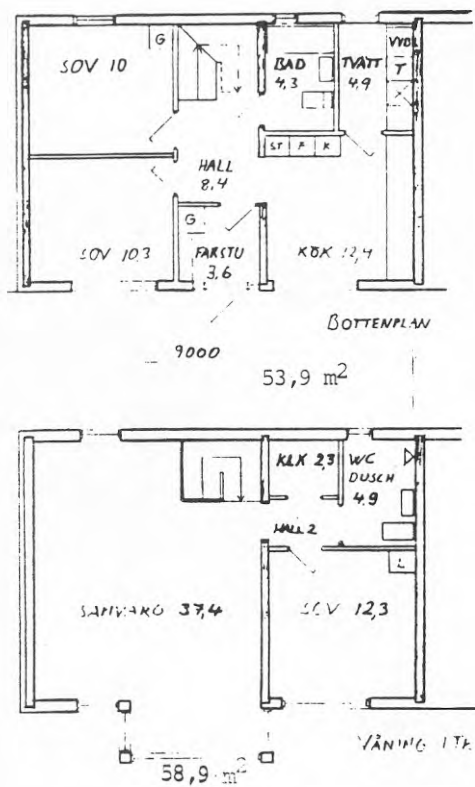
Alla hus förutsatts placerade på samma plats med fönsterfasader vända mot söder. Vind och nederbördförhållanden blir därmed lika och tas ej i beaktande.

Resultatet visar att referenshuset förvisso har den största totala energiförbrukningen beroende på att det är det största av husen. men förbrukningen bör slås ut per m² boendeyta i och med att husen är olika stora.

Förlusterna till omgivningen visar sig då vara minst i referenshuset. Andelen köpt värmeenergi är emellertid det som är intressant, vilken inte varierar nämnvärt mellan husen. För de solanpassade husen är fönstrens energibalans positiv medan den för referenshuset är negativ.

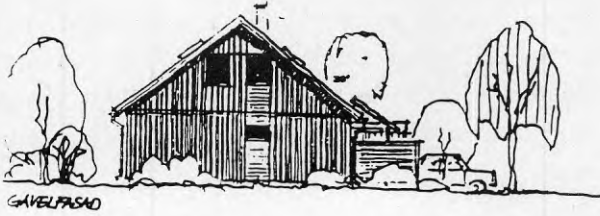
GOUTERRANGPLAN 57 M²ÖVERPLAN 62,2 M²

Figur 2.6 Hustyp A



Figur 2.7

Hustyp B



GAVELFRASAD

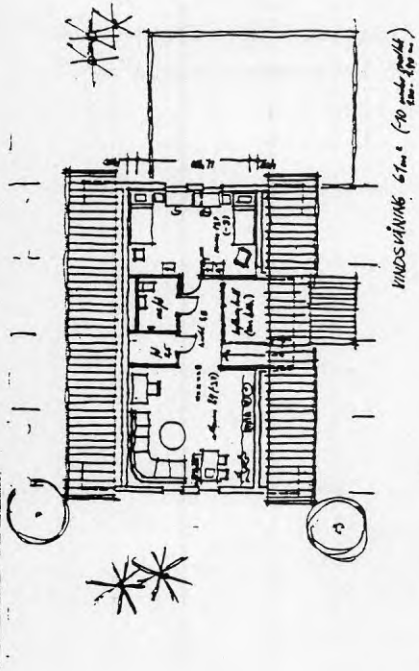


VÄSTRA HEMBERGET VÄNNSBY
1 1/2 PLANSHUS 3-6 RUM o. KÖK

SÄKELFRASAD (SVD)

FFHS Utskrift
Umsat. 04.11.85

1:100 0 2m 4m 6m

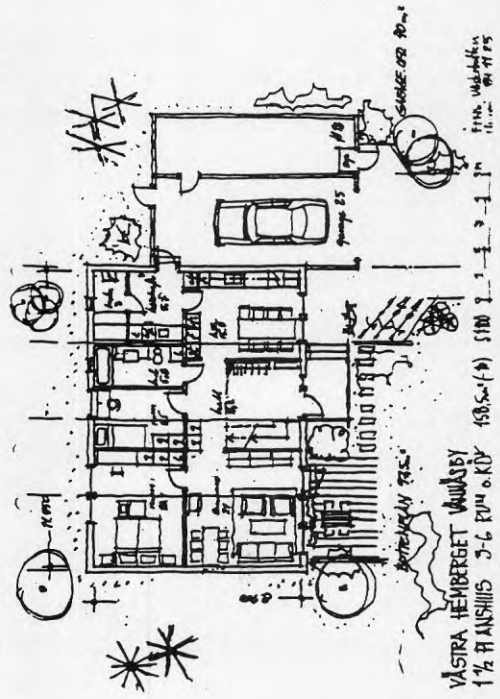


VINDSVÄNGB 6.2m x 5.0m (inkl. trapp)

FFHS Utskrift
Umsat. 04.11.85

SKALA 1:100
0 2m 4m 6m

VÄSTRA HEMBERGET VÄNNSBY
1 1/2 PLANSHUS 3-6 RUM o. KÖK



SÄKELFRASAD 40m

FFHS Utskrift
Umsat. 04.11.85

SKALA 1:100
0 2m 4m 6m

VÄSTRA HEMBERGET VÄNNSBY
1 1/2 PLANSHUS 3-6 RUM o. KÖK

Figur 2.8

Referenshus

Solinstrålningens andel av det totala uppvärmningsbehovet utgör för de solanpassade husen ca 20 % medan den för referenshuset är 10%. Att detta inte slår igenom i resultatet mer kan ha sin grund i att isoleringsgraden är relativt låg.

De större energiförlusterna till omgivningen i de passiva solhusen täcks emellertid av solinstrålningen. Med bättre isolering och värmeåtervinning på ventilationsluften skulle den från solen instrålade energin utgöra en större andel. Eftersom programmet inte tar hänsyn till lagring i byggnadstomme på lämpligt sätt, kan inte den aspekten utvärderas till fullo.

Totalt instrålad solenergi är densamma för varje hus vid lätt respektive tung stomme. Däremot uppstår en skillnad i andelen utnyttjad solenergi beroende på att den lätta stommen behöver värmas fler dagar under sommaren. Utnyttjad och tillgänglig solenergi redovisas i tabell 2.6.

Solinstrålning per år kWh/år

	Hus A	Hus B	Referens
Tillgänglig	5541	5011	4024
Utnyttjad lätt stomme:	4675	4152	3647
Utnyttjad tung stomme:	4538	4020	3534

Tabell 2.6 Utnyttja solinstrålning.

Värmeförlusterna och köpt energi för vart och ett husen med respektive byggnadstomme redovisas nedan i tabell 2.7. I gratisenergin ingår även belysning och personvärme som är satt lika i samtliga tre fall.

Energibehovet för tappvarmvatten är däremot ej medaget i simuleringarna.

Uppdelat per m² blir förhållanden något annorlunda, se tabell 2.8.

 Transmissions och ventilationsförluster
 och köpt energi(kWh/år)

	Hus A	Hus B	Referens
Förluster:			
Tung stomme:	23347	22203	26818
Lätt stomme:	23973	22798	27537
Köpt energi:			
Tung stomme:	14138	13510	18612
Lätt stomme:	14627	13974	19218

 Tabell 2.7. Transmissions och ventilationsförluster
 och köpt energi(kWh/år)

Transmissions och ventilationsförluster
och köpt energi per $m^2(kWh/(år, m^2))$

	Hus A	Hus B	Referens
<u>Förluster:</u>			
Tung stomme:	196	200	170
Lätt stomme:	201	205	174
 <u>Köpt energi:</u>			
Tung stomme:	119	122	118
Lätt stomme:	123	126	122

Tabell 2.8. Transmissions och ventilationsförluster
och köpt energi per $m^2(kWh/(år, m^2))$

2.1.5 Tillgängliga värmekällor

I området finns det möjlighet att utnyttja ett flertal värmekällor till en värmepumpsanläggning. De mest intressanta är följande:

- Orenat avloppsvatten.

I den nedre delen av området passerar en tryckledning från kommunens avloppspumpstation, se figur 2.9. Avloppsreningsverket är försett med kemisk rening vilket gör att sänkningen av temperaturen inte påverkar reningsprocessen så mycket.

- Ytjordvärme.

Jordarterna i området består till största delen av silt vilket är bra värmekälla. Nackdelen är dess tjälfarlighet vilket medför att speciell omtanke måste tas vid utformningen av kollektorerna. Silt tillåter dock ett ganska högt uttag per m².

- Ytvattenvärme.

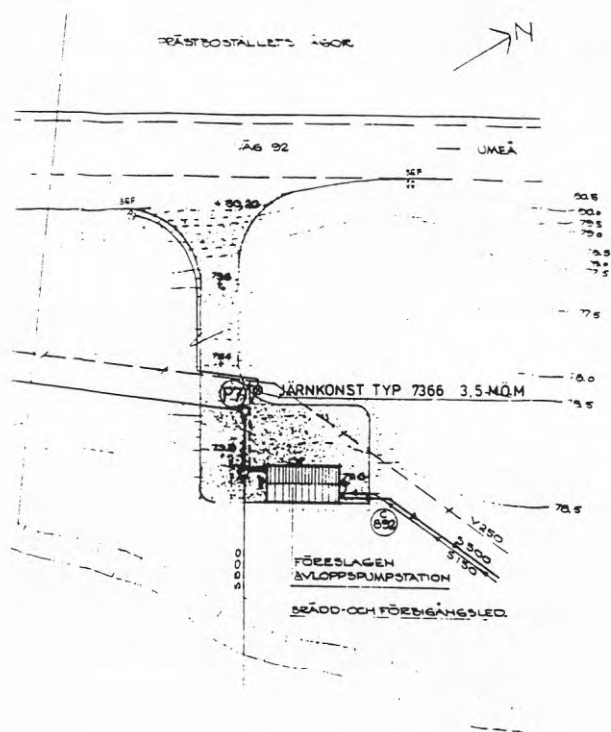
Området är beläget alldeles intill älven kan den utnyttjas som värmekälla. Vid val av värmeväxlare måste hänsyn tas till dels de låga temperaturer som förekommer vintertid liksom älvens vattenhastighet.

- Uteluft.

För samtliga byggnader, i det närmaste oberoende av geologi, placering etc är alltid uteluft en möjlig och intressant värmekälla. I detta fall kan risken för påsning vara stor pga av närheten till älven och att isen lägger sig senare på den i jämförelse med en sjö.

- Frånluft.

Frånluft kan vara ett bra komplement till de övriga värmekällorna liksom den även kan fungera helt på egen hand.



Figur 2.9 Avloppspumpstation med ledning.

2.2 Projektets genomförande

Efter det att alla planer fastställts och att hustyper fastställts har beräkningar av respektive plans och energiförbruknings påverkan på exploateringen utförts. Dessa beräkningar har varit relativt noggranna och utförts på ett systematiskt sätt.

Inga schablonkostnader typ kr/KW har utnyttjats.

Som underlag för kalkylerna har VIAK tagit fram flödes scheman och planlösningar med VS ritningar för respek-

tive systemlösning. Från dessa flödescheman och planritningar har kalkylunderlag upprättats av VIAK.

Både scheman och kalkylunderlag har standardiserats för att kunna utföra den mängd av kalkyler som krävs för att erhålla en jämförelse mellan alternativen.

Kalkylunderlagen har uppdelats i etapper enligt kapitel 2.1.3. I bilaga 3 ges exempel på kalkylunderlagens utseende.

En del av kalkylarbetet har utförts av CALOR CELSIUS kalkylavdelning i Umeå mot ersättning.

Elinstallationerna har på motsvarande sätt beräknats utav JBEL i Östersund.

2.2.1 Effekt och energibehov.

Effekt och energibehov samt värmepumparnas täckning har simulerats med hjälp av ett beräkningsprogram benämnt VPDIM. Ett beräkningsprogram som utvecklats internt inom VIAK framförallt för simulering av värmepumpsystem.

För de 3 planförslagen har effekt och energibehov samt värmepumpstäckning beräknats för varje utbyggnadsetapp. Energiförsörjningen har utretts med utgångspunkt från två olika energibehov för de i etapperna ingående fastigheterna.

- A. Välisolerade hus med ett energibehov för värme och tappvarmvatten av 15.000 kWh/år och hus, och effektbehovet 7 kW.
- B. Sämre isolerade (enligt SBN) med ett energibehov av 25.000 kWh/år och hus, och effektbehovet 12 kW.

Energiförbrukningarna kan också tolkas på sådant sätt att den lägre förbrukningen motsvarar en yta per hus om ca 120,5 m² och den högre förbrukningen motsvarar en yta av 207,5 m² per hus.

Detta ger möjlighet att senare analysera resultatens inverkan på olika exploateringsgrader förutom de som gäller vid de tre olika planförslagen.

Innan värmepumpstäckningen har bestämts för varje etapp har ett stort antal simuleringar utförts för att optimera värmepumparnas täckningsgrad för varje deletapp.

Antalet hus fördelar sig per planförslag och utbyggnadsetapp enligt tabell 2.1.

För energibehovet 15.000 kWh/hus och år kommer energi- och effektbehoven att fördela sig per planförslag och utbyggnadsetapp enligt tabell 2.6 nedan.

Plan- förslag	Etapp 1		Etapp 2		Etapp 3		Totalt	
	Energi behov	Effekt behov	Energi behov	Effekt behov	Energi behov	Effekt behov	Energi behov	Effekt behov
	(MWh)	(kW)	(MWh)	(kW)	(MWh)	(kW)	(MWh)	(kW)
1	450	210	630	294	885	413	1965	917
2	330	154	525	245	570	266	1425	665
3	270	126	375	175	315	147	960	448

Tabell 2.6. Energi- och effektbehov per etapp vid 15.0 MWh per hus.

Motsvarande redovisning för energibehovet 25.000 kWh/hus och år ges av tabell 2.7 nedan.

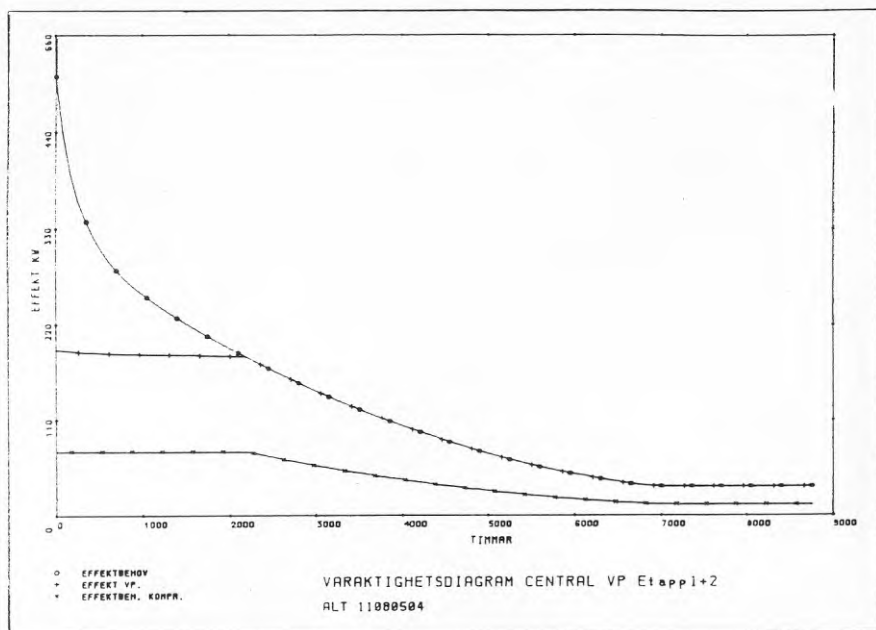
Plan- förslag	Etapp 1		Etapp 2		Etapp 3		Totalt	
	Energi behov	Effekt behov	Energi behov	Effekt behov	Energi behov	Effekt behov	Energi behov	Effekt behov
	(MWh)	(kW)	(MWh)	(kW)	(MWh)	(kW)	(MWh)	(kW)
1	750	360	1050	504	1475	708	3275	1572
2	550	264	875	420	950	456	2375	1140
3	450	216	625	300	525	252	1600	768

Tabell 2.7. Energi- och effektbehov per etapp vid 25.0 MWh per hus.

2.2.2 Värmepumpsimulering.

För varje etappdel samt lokal eller central värmepump har simuleringar utförts av värmepumpens effekt och energitäckning. Summan av etapperna har även simulerats.

För central värmepump har simuleringar redovisas enligt nedanstående varaktighetsdiagram i figur 2.10.



Figur 2.10

Varaktighetsdiagram simulering
central värmepump

2.3 Mätningar.

För att bättre klarlägga vilka möjligheter det finns till att utnyttja avloppsvattenet som värmekälla till en värmepumpsanläggning har mätning av flöden och temperaturer utförts.

För att också delvis förbättra kunskapen om lokalklimatet har lufttemperaturerna mäts samt under en kort period de lokala vindhastigheterna och vindriktningarna.

För mätningarna har används dels en enklare typ av datalagrare för avloppsvattentemperatur och skrivare för registrering av pumpars gångtider samt manuell mätning.

För den manuella mätningen har avloppsreningsverkets skötare varit behjälpsam. Mätning av lokalklimatet har dels utförts med hjälp av datalagrare samt under en kortare period med hjälp av en datalogger i kombination med vindriktningsgivare och vindhastighetsgivare.

Praktiska problem med datalogger och klimatmätningssystem (temperaturgivare och vindhastighetsgivare och vindriktningsgivare) gjorde att dessa mätningar endast pågick under några månader (Utrustningen blåste bl a sönder).

Samtliga temperaturmätningssystem som används har kalibrerats med hjälp av isvattenbad. De skillnader som då erhållits har lagts in som konstanter vid bearbetning så att alla givare skall visa relativt korrekta värden.

2.3.1 Avloppsvatten

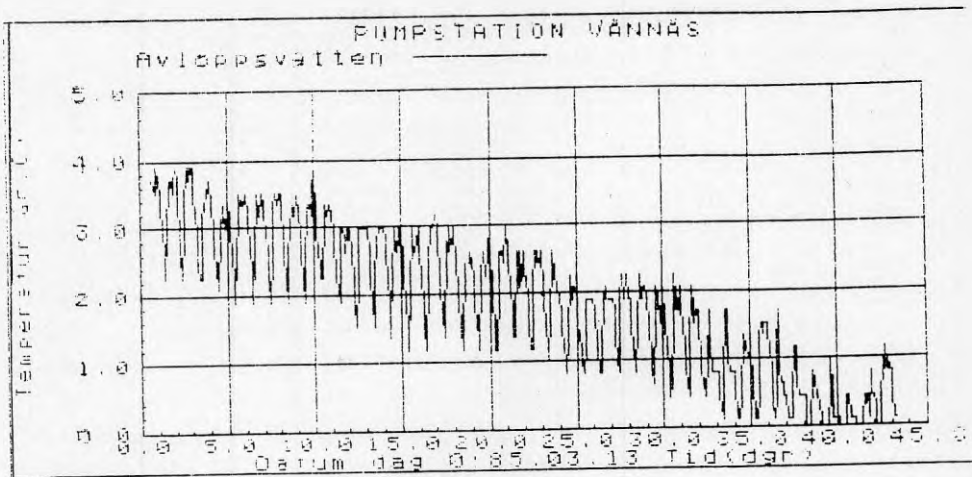
Mätningarna på avloppsvattentemperaturerna redovisas i figur 2.11. De perioder som har mätts intensivast har varit mars april och Maj pga av att inläckaget av grundvatten och ytvatten varit störst då. I tabell nr 2.9 ges de temperaturer som varit utgångsvärden för planeringen av mätningarna.

Som framgår av figur 2.11 är avloppsvattentemperaturerna betydligt lägre under perioden Mars- Maj i jämförelse med referensvärdena.

AVLOPPSVATTEN	
Månad	MEDELTEMPERATUR
	°C

JANUARI	7.0
FEBRUARI	6.7
MARS	6.5
APRIL	4.5
MAJ	6.0
JUNI	7.8
JULI	11.0
AUGUSTI	12.0
SEPTEMBER	11.8
OKTOBER	9.7
NOVEMBER	8.0
DECEMBER	7.5

 Tabell 2.9. Avloppsvattentemperaturer Vännäs reningverk.

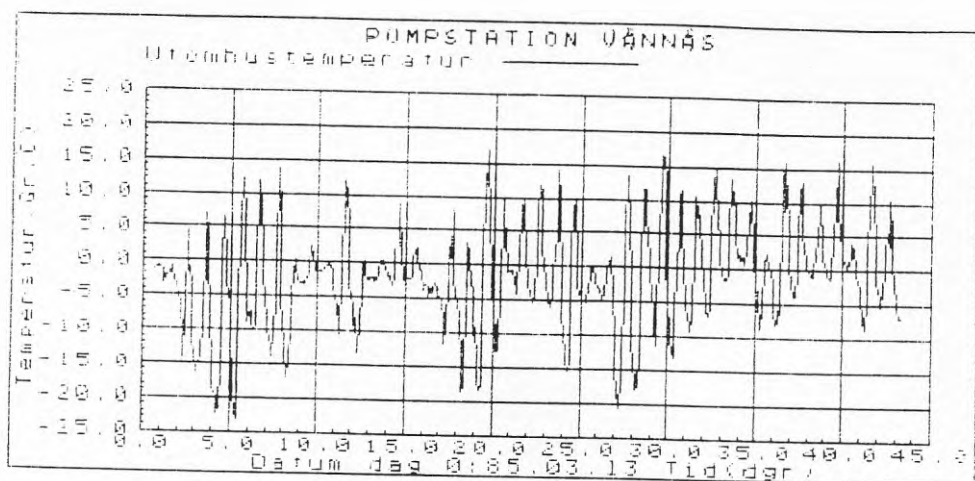


Figur 2.11 Uppmätta avloppsvattentemperaturer i avloppspumpstation Västra Hemberget.

2.3.2 Klimat

I figur 2.12 redovisas en period av de temperaturmätningar som utförts i området.

Av figurerna 2.11 och 2.12 framgår mycket tydligt att snösmältningen kraftigt påverkar avloppsvattentemperaturen. Man kan till och med urskilja påverkan av små korta kallperioder som den mellan dag 35 och 36. Medeltemperaturen har då utomhus varit ca $-2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ sam tidigt som avloppsvattnets temperatur har ökat något jämfört med de tre närmaste dagarna. Utomhustemperaturen har då legat på ca $+5^{\circ}\text{C}$ i medel.



Figur 2. 12 Klimatmätningar utörda i Västra Hemberget.

3. REDOVISNING AV TEKNISKA SYSTEM, UTFORMNING OCH EKONOMI

3.1 Värmekälla

Avloppsvatten är en utmärkt värmekälla för värmepump. Temperaturen är oftast hög i förhållanden till andra värmekällor. I det aktuella fallet sjunker temperaturen en under slutet av Mars och i April. Ända ned till 0°C har registrerats. Samtidigt ökar flödena kraftigt vilket tyder på stor inläckning av ytvatten, smältvatten från snösmältning samt tjältning.

Under nätterna minskar flödena i pumpstationen över hela året. Denna variation hos avloppsvattenet gör att värmepumpsanläggningen ibland kan få svårt att gå som var tänkt. Detta kan undvikas genom att man kopplar ihop köldbärarkretsen som distribuerar ut värmets från avloppsvattnet till den centrala värmepumpsanläggningen med en liten specialdimensionerad ytjordvärmekollektor eller sjövärmekollektor.

På så vis erhålls en buffert som försörjer värmepumparna med värme under den tid avloppsvatten inte har tillräcklig temperatur eller flöde.

För anläggningar där man mätt upp att dessa perioder är korta eller att avloppsvattenflödet är stort i förhållande till energiuttaget är det ej ekonomiskt att kombinera på ovanstående sätt.

Vid lokalt utplacerade värmepumpar och central distribution av värmekällan kan distributionsystemet för köldbäraren utformas så att det blir en buffert när flödet går ned på avloppsvattnet. T ex kan grönytor som köldbärarledningen passerar fungera som buffert om köldbärarledningen delas upp i flera ledningar med mindre dimension som fördelas över ytan.

3.1.1 Utformning

För avloppspumpstationen vid Västra Hemberget är lägsta spillvattenflöde 1300 m³/dygn. Vilket motsvarar medeffektuttag på ca 180 kW vid en temperatursänkning från +6°C till +3°C.

I tabell 3.1 redovisas de effektuttag ur avloppsvatten beräknats för varje etapp. Dessa är anpassade till de i kapitel 3.2 utvalda storlekarna på värmepump för respektive etapp.

För planförslag 1 har i kalkylerna för värmekällan medtagit en ytjordvärmekollektor för utjämning. Avloppsvattnet räcker ej till utan måste kompletteras med en ytjordvärmekollektor.

Principen för värmeuttaget ur avloppsvattnet redovisas i figur 3.1 där även inkopplingen av ytjordvärmekollektorn visas.

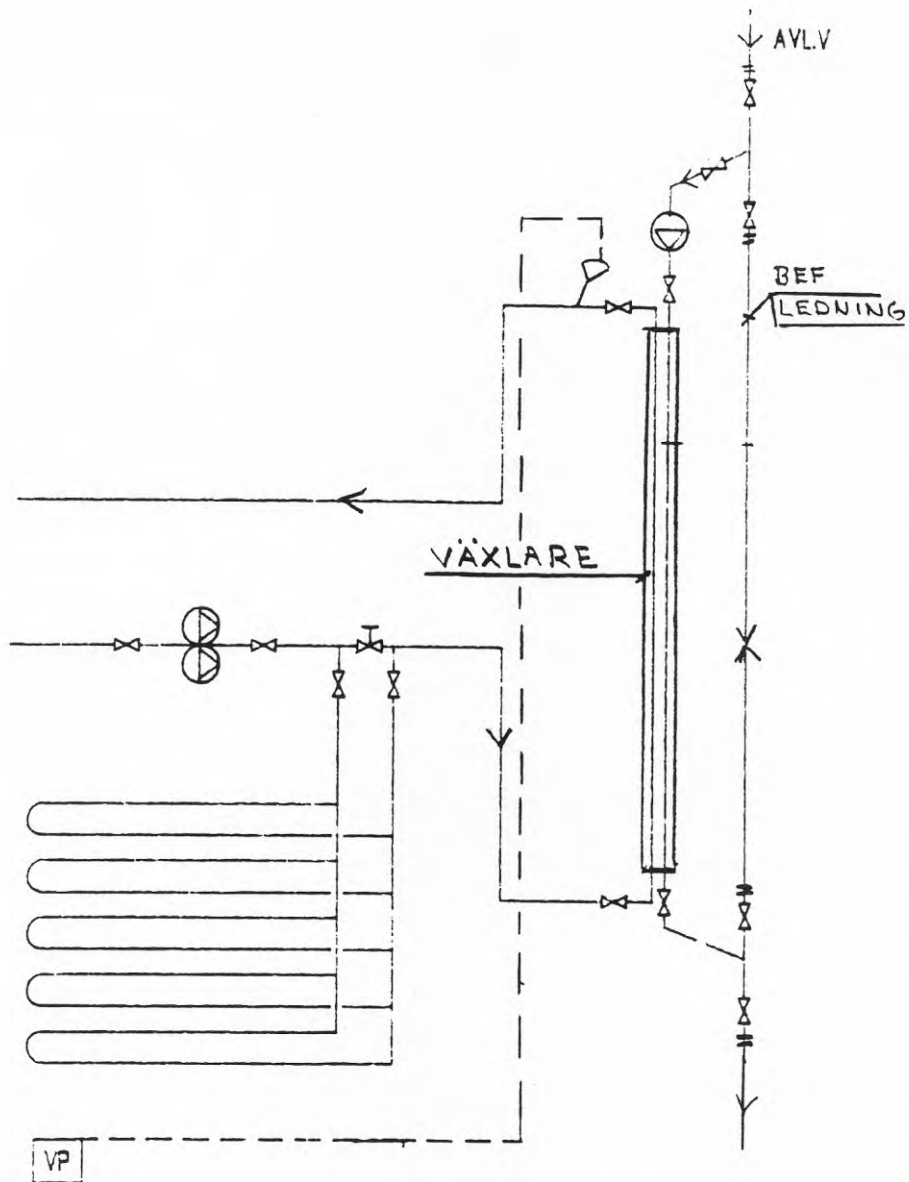
Planförslag 15 MWh/hus Central Vp	Etapp 1 kW	Etapp 2 kW	Etapp 3 kW	Total kyleffekt kW
1	67	62	118	247
2	33	65	85	183
3	31	43	37	111

Planförslag 25 MWh/hus Central Vp	Etapp 1 kW	Etapp 2 kW	Etapp 3 kW	Total kyleffekt kW
1	86	118	195	399
2	65	126	113	304
3	67	89	85	241

Planförslag 15 MWh/hus Lokal Vp	Etapp 1 kW	Etapp 2 kW	Etapp 3 kW	Total kyleffekt kW
1	104	206	142	452

Planförslag 25 MWh/hus Lokal Vp	Etapp 1 kW	Etapp 2 kW	Etapp 3 kW	Total kyleffekt kW
1	177	248	350	775

Tabell 3.1 Effektuttag ur avloppsvatten.



Figur 3.1 Principlösning för värmeuttag ur ornat avloppsvatten längs befintlig tryckledning.

Som framgår består systemet dels av en koncentrisk värmeväxlare där avloppsvattnet pumpas i centrumröret. Utanpå avloppsvatten cirkulerar en köldbärare. systemet är försett med styrutrustning samt möjligheter till förbikoppling förbi växlaren.

Hela anordningen förläggs i mark längs befintlig tryckledning. Pga att värmeutbytet mellan avloppsvattnet och köldbäraren måste dimensionerna för rören väljas annorlunda(klenare) jämfört med befintlig lednings. Växlarens längd skulle annars bli betydligt längre och dyrare.

Optimeringsberäkningar av värmeöverföringen har utförts för val av dimensioner vid ekonomisk kalkyl.

Ytordvärmekollektorn som krävs för planförslag 1 etapp 3 får plats på de grönytor som finns i närheten av avloppsledningen. Det blir en hårt belastad kollektor och som därmed tar liten yta.

3.2 Värmepumpar

Gällande värmeförsörjning av området från värmepumpar med avloppsvatten som värmekälla har i huvudsak två olika systemlösningar utretts:

1. Central värmepumpsanläggning med distribution av lågtemperaturfjärrvärme.
2. Lokala värmepumpar d v s 1 st värmepump för varje hus där värmekällan distribueras ut med s k kall fjärrvärme, köldbärare.

3.2.1 Centrala värmepumpar, lågtemperatur fjärrvärme

Centralt placerade värmepumpar innebär att hela området värmeförsörjs från en gemensam central.

De centrala värmepumpsalternativen har samtliga dimensionerats för mellan 30 - 50% effekttäckning från värmepump i varje utbyggnadsetapp. Energitäckningen har då varierat mellan 70 - 90%.

I tabell 3.2 redovisas effekt och energitäckning för värmepumparna för respektive etapp.

Spetslasten samt reservvärmebehovet klaras med 2 st oljepannor, av vilka den ena installeras under etapp I och den andra under etapp III. Principen för etappindelningen redovisas på figurerna 3.2 och 3.3. Kostnaden för byggnad samt skorsten med fundament har dock enbart belastat etapp I för varje planförslag.

Husens värmesystem har antagits vara ett vattenburet lågtemperatursystem, maximalt + 55°C.

De centrala värmepumparna har dimensionerats för en maximal utgående värmebärartemperatur på 55°C och utgående köldbärartemperaturer mellan -4 - +2°C. Den lägre temperaturen vid stora värmeuttag ur värmekällan, och den högre vid mindre värmeuttag. D.v.s. endast köldmedium R22 har utnyttjats i den centrala värmepumpsanläggningen.

Undercentraler/na består endast av shuntar, utan växlar, för att kunna utnyttja så låg framledning som möjligt. Tappvarmvattnet kan beredas med någon av de typer som redovisas i bilaga 2. I kalkylen ingår VV-beredning till en kostnad av 6 500 kr/hus(1985 års kostnadsläge) och 8 000 kr/hus i 1989 års kostnadsläge.

3.2.2 Lokala värmepumpar, kall fjärrvärme

Lokalt placerade värmepumpar innebär att en värmepump installeras i varje enskilt hus. Värmekällan, köldbäraren distribueras ut till respektive värmepump i plastledningar, s k "kall fjärrvärme".

Värmepumpen har här dimensionerats att klara hela effekt- och energibehovet d v s 100% täckning. De lokala värmepumparna har dimensionerats för en utgående värmebärartemperatur på maximalt +55°C, och en utgående köldbärartemperatur mellan -4°C och +2°C. Husets värmesystem har antagits vara ett vattenburet lågtemperatursystem.

Tappvarmvattnet kan beredas med någon av de typer som redovisas i bilaga 2. I kalkylen ingår tappvarmvattenberedning i varje hus till en kostnad av 4000 kr i

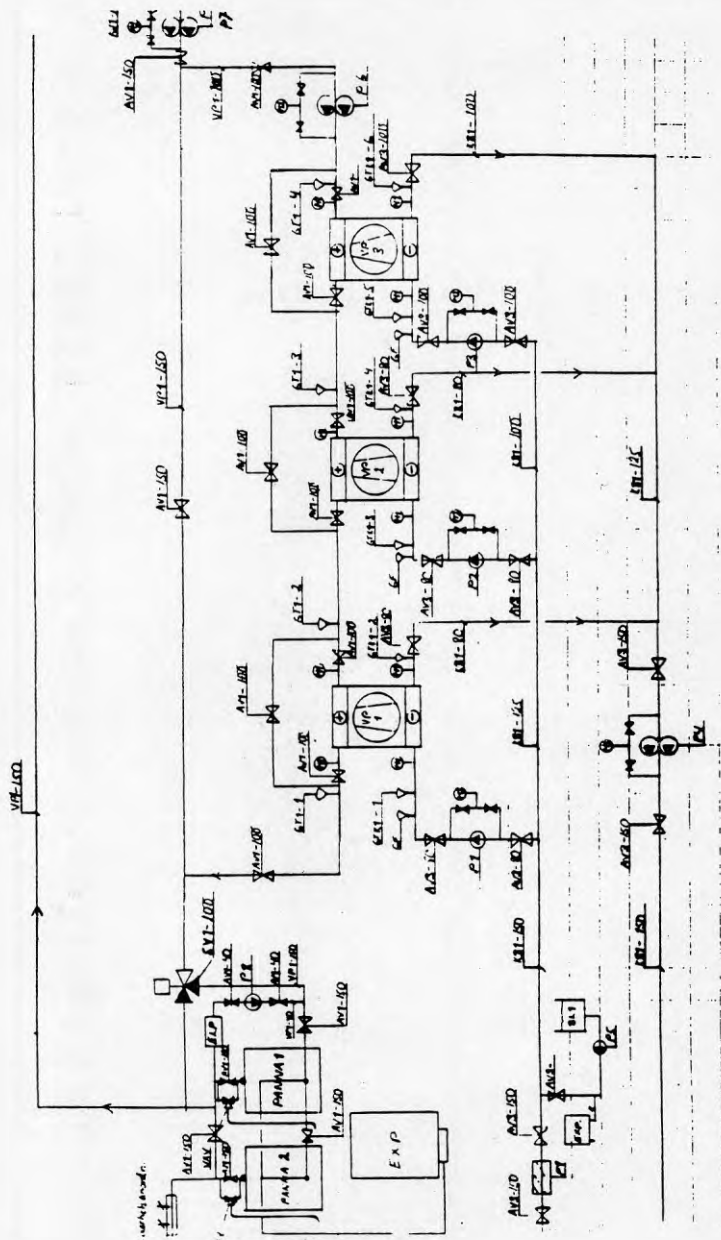
1985 års kostnadsnivå och 5 000 kr i 1989 års nivå.

I Figur 3.4 redovisas den systemlösning samt utförande i plan för den lokala värmepumpskonstruktionen som kyl-
kylerats.

Planförslag nr	Stapp nr	Värmepumps- effekt		Värmepumps- energi	
		kW	%	MWh	%
1					
15 MWh/hus	1	50	32	250	76
	2	100	41	448	85
	3	133	50	520	89
	1+2+3	283	43	1218	85
1					
25 MWh/hus	1	100	38	447	81
	2	197	47	772	88
	3	184	40	792	83
	1+2+3	481	42	2011	85
2					
15 MWh/hus	1	50	32	250	76
	2	100	41	448	85
	3	133	50	520	89
	1+2+3	283	43	1218	85
2					
25 MWh/hus	1	100	38	447	81
	2	197	47	772	88
	3	184	40	792	83
	1+2+3	481	42	2011	85
3					
15 MWh/hus	1	50	40	228	84
	2	70	40	319	85
	3	60	41	268	85
	1+2+3	180	40	815	85
3					
25 MWh/hus	1	100	46	398	88
	2	133	44	540	86
	3	127	50	479	91
	1+2+3	360	47	1417	89

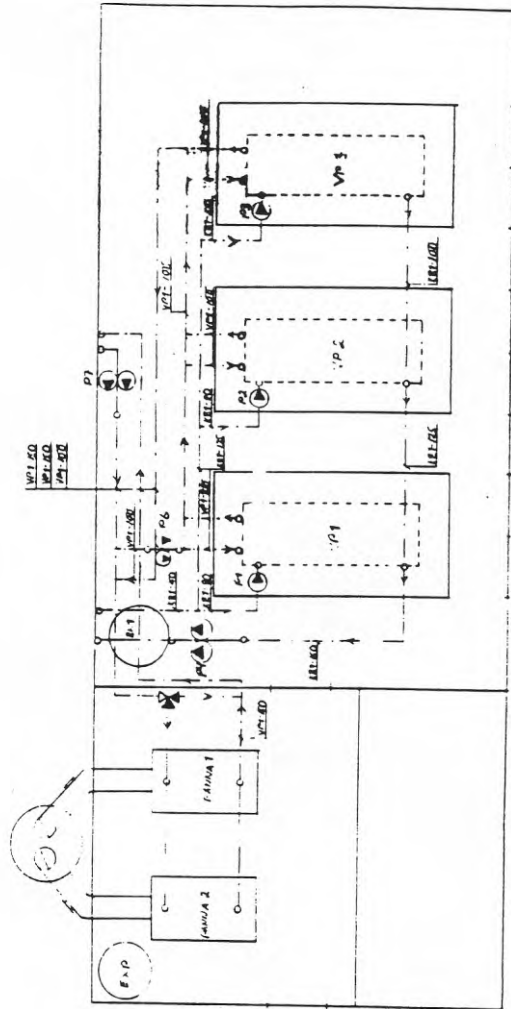
Tabell 3.2 Centrala värmepumparnas effekt och energitäckning för respektive etapp.

Företag: BOK
 100-60100-1
 C- och del A/1
 Skapad: 1-2-73
 Ändrad: 15-02-1980 / J.G.B.



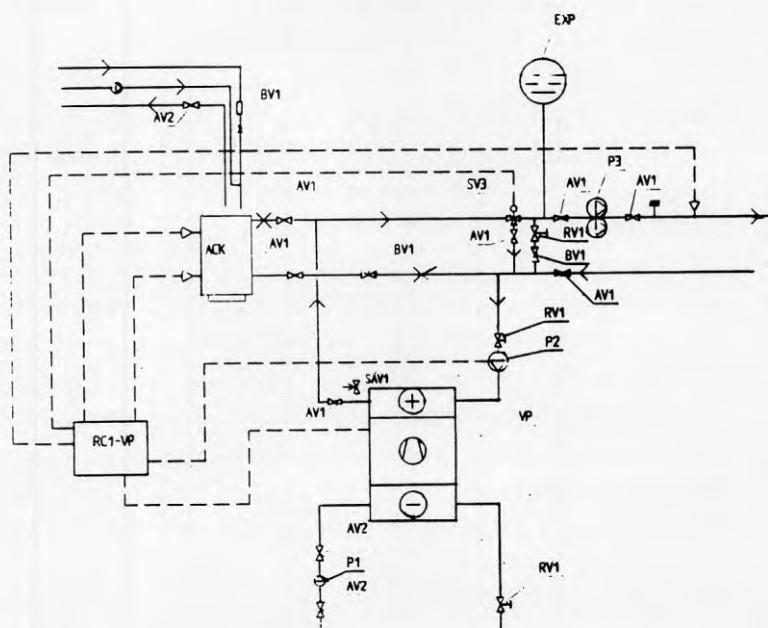
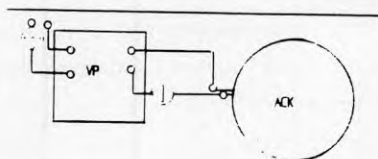
Figur 3.2 Flödeschema planförslag 1.

Fig. 3.3
 Panncentral
 i
 Förlags
 F. 15.002 11/4/1947



Figur 3.3

Panncentralen utförande i de olika etapperna.



Figur 3.4 Principlösning för lokal värmepump samt planlösning.

3.3 Ledningssystem

För distribution av fjärrvärme och vatten samt för bortledning av dag- och spillvatten ska ledningssystem anordnas. Utförandet av fjärrvärmenät skiljer sig från utförandet av VA-nät såtillvida att fjärrvärmeledningen ej behöver förläggas på frostfritt djup. Skillnaden i utförande skiljer sig främst avseende ledningsmaterial.

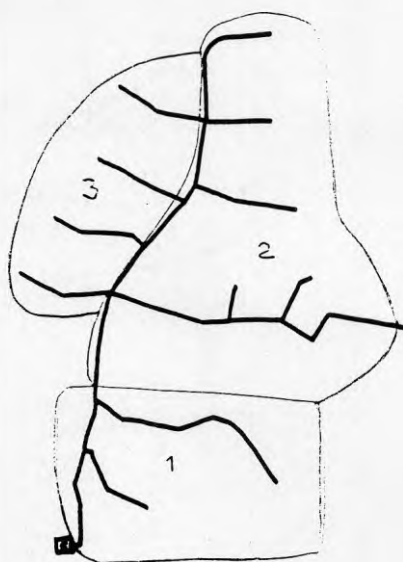
Ledningsnätets utformning för de olika alternativen är redovisade på figur nr 3.5, 3.6 och 3.7.

Huvudledningens sträckning är i samtliga planalternativ lokaliserad till gångväg/grönområde centralt i området.

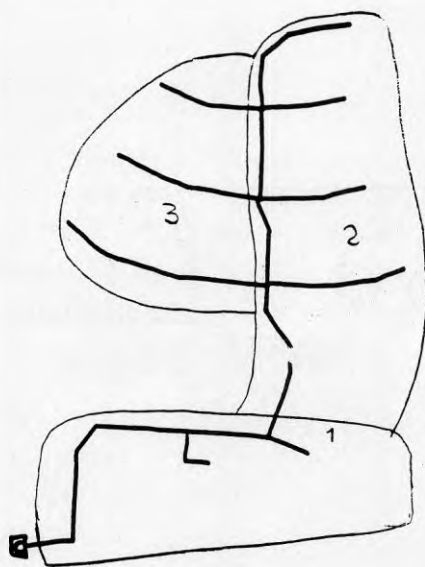
Beträffande grenledningar har två alternativ undersökts, dels konventionell förläggning i gångväg mellan husraderna, se fig 3.8, och dels förläggning i någon form av kulvert under husraderna.

Man kan direkt konstatera att självfallsledningar (spillvatten och dagvatten) ej till rimlig kostnad kan inrymmas i någon kulvert tillsammans med övriga ledningar. Även om detta är tekniskt genomförbart. Beträffande fjärrvärmeledningarna kan dessa enligt tidigare beprövad metod förläggas i kulvert under huskropparna (kasett i bottenplattan enligt fig 3:9).

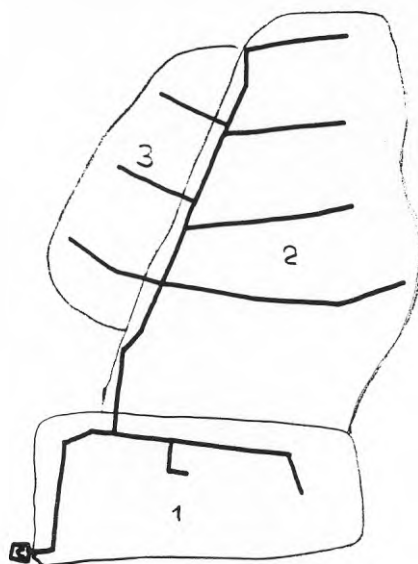
Kostnaderna för de olika alternativen bedöms som likvärdiga för planförslag 1. Utförandemässigt, funktionsmässigt och inte minst juridiskt (ledningsservitut?) uppvisar de olika alternativen stora skillnader. Därför bör metod väljas från fall till fall. Generellt kan dock sägas att ju tätare exploatering och ju svårare schaktförhållanden ett område uppvisar desto förmånligare ställer sig alternativet med förläggning av ledningarna under husen.



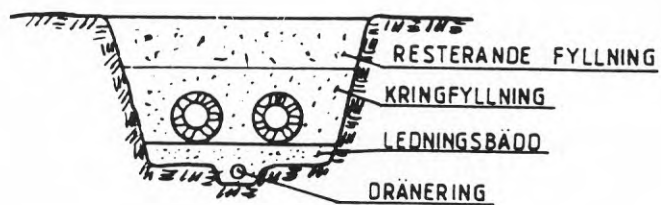
Figur 3.5 Ledningsträckning i planförslag nr 1.



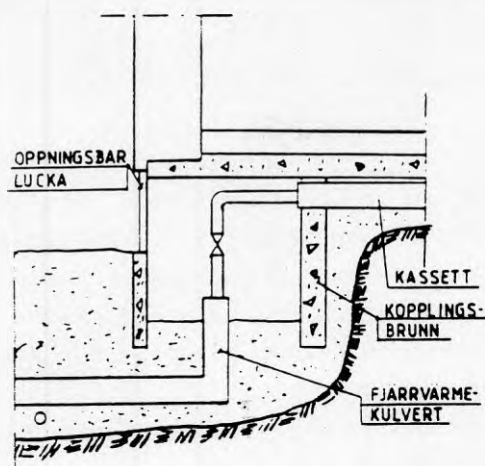
Figur 3.6 Ledningsträckning i planförslag nr 2.



Figur 3.7 Ledningsträckning i planförslag nr 3.



Figur 3.8 Förläggning av Fjärrvärmekulvert.



Figur 3.9 Övergång Fjärrvärmekulvert - kasett
innaför husliv

3.3.1 Fjärrvärmenät

Med det alternativ som innebär att en central värmepump producerar värmen ska vatten med en maximal temperatur av ca 60°C distribueras. Härför måste ledningarna isoleras.

De idag vanligaste förekommande fjärrvärmeledningarna av direktskummat stålrör med PEH-mantel erbjuder naturligtvis en fullgod lösning.

Med tanke på den låga framledningstemperaturen finns alternativa ledningsmaterial. Isolerade plaströr av olika slag kan vara aktuella, men eftersom dessa är tämligen oprövade för fjärrvärmeändamål har kostnadsberäkningen baserats på stålrörskulvert.

3.3.2 Kallt fjärrvärmenät, distribution av köldbärare

Med det alternativ som innebär att lokala värmepumpar ska producera värmen ska en köldbärarvätska med en minimal temperatur av ca -4°C distribueras. Härför kan användas en plastledning (företrädesvis PEH). Med tanke på nedkylningseffekten på omgivande mark bör ledningen isoleras på något sätt. I kalkylerna har rörskålar av styrencellplats används.

Efter jämförelse av totalekonomin mellan varm och kall fjärrvärme för exploateringsalternativ nr 1 kunde konstateras att kall fjärrvärme ej kan bli aktuell.

Någon kostnadsberäkning för kall fjärrvärme har därför ej utförts för exploateringsalternativen 2 och 3.

3.3.3 Vatten och avloppsledningsnät

Eftersom jordlagren inom området utgörs av finsediment (silt och lera samt hög grundvattennivå) kan något lokalt omhändertagande av dagvatten ej bli aktuellt.

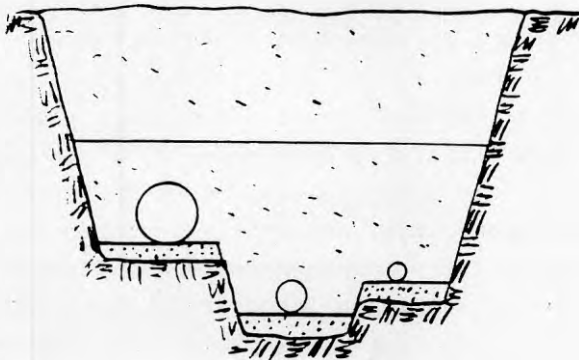
Ledningsnäten bör därför utformas på konventionellt sätt (enl fig.3:10).

Området ligger i en sluttning, därmed bör det inte bli nödvändigt med några onormalt djupa schakter för att erhålla självfall för spill- och dagvattenledningar. Frostfritt djup är ca 2,5 m.

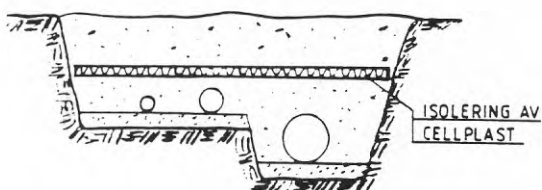
Om schaktning av ledningsgravar kan ske utan spontning, grundvattensänkning e d är schaktdjup av mindre ekonomiskt intresse.

Av den översiktliga geotekniska utredningen framgår att grundvattenytan (portrycksnivån) ställvis är belägen ganska nära markytan och att även artesiskt grundvatten förekommer. Grundvattenytan uppvisar dessutom en relativt stor fluktuation med årstiderna.

Om det vid detaljprojekteringen framkommer att någon ledningssträcka med konventionell förläggning kommer under grundvattenytan kan det bli aktuellt med grundare förläggning och isolering av ledningarna.(figur 3.11)



Figur 3.10. Konventionell förläggning av VA-ledningar.

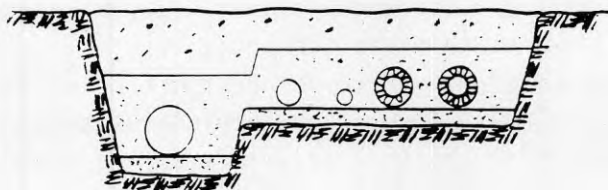


Figur 3.11 Grunt förlagda VA-ledningar med isolering.

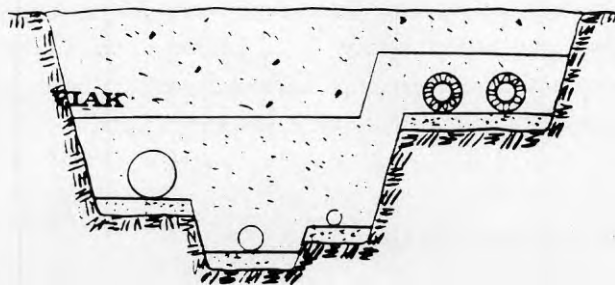
3.3.4 Samförläggning av VA- och fjärrvärmenät

Om VA- och fjärrvärmeledningar förlägges i samma läggningsgrav t ex enligt fig 3:12 eller 3:13 kan vissa samordningsvinster göras. Dessa utgörs främst av lägre kostnad för schaktnings- och återfyllnadsarbeten. Vid lämplig utformning av ledningsgraven kan dessutom den gängse dräneringsledningen för fjärrvärmekulverten slopas.

Med varm fjärrvärme fås den positiva effekten att värmeläckage från fjärrvärmekulvert kan utnyttjas för att motverka frysning av grunt förlagda VA-ledningar.



Figur 3.12 Samförläggning av VA- och Fjärrvärmeledningar, konventionell förläggning.



Figur 3.13 Samförläggning av VA- och Fjärrvärmeledningar, grund förläggning.

3.4 Drift och underhåll

Det kan även, trots att anläggningen kan vara uppförd av en lokal exploatör såsom privat byggnadsföretag eller kollektiv (HSB eller liknande) vara ett intressant verksamhetsområde för kommunernas energibolag eller annat lokalt energiföretag att erbjuda skötsel och tillsyn samt underhåll av privata eller kollektiva värmeanläggningar.

Genom att i möjligaste mån utforma avloppsvattenvärmeväxlingen så enkelt som möjligt samt utnyttja befintliga pumpar i pumstationen kan kostnaderna för drift och underhåll av värmekällan beräknas till relativt lågt.

I princip är det endast den extra cirkulationspumpen för avloppsvattnet genom växlaren samt temperaturlarmsystemet som kräver tillsyn samt styrutrustningen vid komplettering med ytjordvärmekollektor.

Värmepumpcentralens kostnader går också att göra låga under förutsättning att dess konstruktion är relativt enkel samt att möjligheter till en bra uppföljning av anläggningens funktion och värmepumparnas energibesparing är möjlig med den byggda anläggningen.

3.5 Investeringskalkyler.

Redovisningen av resultaten från samtliga beräkningar är kortfattad. Underlag etc finns i bilaga 3 som hänvisas till.

3.5.1 Värmeväxeln

Kostnaden för hela avloppsvattenväxeln har beräknats för varje etapp. I tabell 3.3 och 3.4 ges sammanställning av kostnaderna för värmeväxeln i varje etapp för respektive planförslag. För planförslag 1 ingår då även en ytjordvärmeväxeln i etapp 3 för behovet 15 MWh och 25 MWh.

1985 års priser:

Planförslag 15 MWh/hus Central Vp	Etapp 1 kkr	Etapp 2 kkr	Etapp 3 kkr	Total kostnad kkr
1	300	50	160	510
2	194	114	147	455
3	184	119	134	437

Planförslag 25 MWh/hus Central Vp	Etapp 1 kkr	Etapp 2 kkr	Etapp 3 kkr	Total kostnad kkr
1	305	55	266	626
2	264	182	172	618
3	270	130	135	535

Planförslag 15 MWh/hus Lokal Vp	Etapp 1 kkr	Etapp 2 kkr	Etapp 3 kkr	Total kostnad kkr
1	330	150	150	630

Planförslag 25 MWh/hus Lokal Vp	Etapp 1 kkr	Etapp 2 kkr	Etapp 3 kkr	Total kostnad kkr
1	340	220	210	770

Tabell 3.3. Sammanställning av kostnaden för avloppsvärmeväxeln år 1985.

1989 års priser:

Planförslag 15 MWh/bus Central Vp	Stapp 1 kkr	Stapp 2 kkr	Stapp 3 kkr	Total kostnad kkr
1	355	50	189	604
2	229	135	174	538
3	217	140	158	515

Planförslag 25 MWh/bus Central Vp	Stapp 1 kkr	Stapp 2 kkr	Stapp 3 kkr	Total kostnad kkr
1	360	65	314	739
2	312	215	203	730
3	319	154	160	633

Planförslag 15 MWh/bus Lokal Vp	Stapp 1 kkr	Stapp 2 kkr	Stapp 3 kkr	Total kostnad kkr
1	390	177	177	744

Planförslag 25 MWh/bus Lokal Vp	Stapp 1 kkr	Stapp 2 kkr	Stapp 3 kkr	Total kostnad kkr
1	401	260	248	909

Tabell 3.4. Sammanställning av kostnaden för avlopps-
värmekällan år 1989.

3.5.2 Kostnadsberäkning av ledningssystem

Kostnadsberäkningen är upprättad enligt de planförslag och med den etappindelning som framgår av figur nr 3.5 - 3.7.

För planförslag 1 har kostnaderna för del konventionellt utförande beräknats.

En sammanställning av kostnaderna för de olika planalternativen med etappvis utbyggnad och två alternativa energibehov (effektbehov) 15MWh/år och 25 MWh/år per lägenhet redovisas i nedanstående tabell 3.5 för 1985 års kostnader och för 1989 års kostnader i tabell 3.6.

Sammanställning av kostnader för alternativ 1, 2 och 3.
1985 års priser.

Plan alt.	Stapp	Fv-kostn	Antal lgh	2500:-/st Värme-mätare	Total kostn	Kostn per lgh
1 15 MWh	I	410 000	30	75 000	480 000	16 000
	II	870 000	59	147 500	1 020 000	17 300
	III	340 000	<u>42</u>	105 000	<u>450 000</u>	<u>10 700</u>
	Tot		131		1 950 000	14 900
1 25 MWh	I	470 000	30	75 000	560 000	18 700
	II	970 000	59	147 500	1 120 000	19 000
	III	360 000	<u>42</u>	105 000	<u>470 000</u>	<u>11 200</u>
	Tot		131		2 150 000	16 400
2 15 MWh	I	390 000	24	60 000	450 000	18 800
	II	820 000	45	112 500	930 000	20 700
	III	270 000	<u>28</u>	70 000	<u>340 000</u>	<u>12 100</u>
	Tot		97		1 720 000	17 700
2 25 MWh	I	420 000	24	60 000	480 000	20 000
	II	870 000	45	112 500	980 000	21 800
	III	280 000	<u>28</u>	70 000	<u>350 000</u>	<u>12 500</u>
	Tot		97		1 810 000	18 700
3 15 MWh	I	500 000	19	47 500	550 000	28 900
	II	780 000	26	65 000	850 000	32 700
	III	440 000	<u>20</u>	50 000	<u>490 000</u>	<u>24 500</u>
	Tot		65		1 890 000	29 100
3 25 MWh	I	530 000	19	47 500	580 000	30 500
	II	800 000	26	65 000	870 000	33 500
	III	460 000	<u>20</u>	50 000	<u>510 000</u>	<u>25 500</u>
	Tot		65		1 960 000	30 150

Tabell 3.5. Kostnader ledningssystem 1985.

Sammanställning av kostnader för alternativ 1, 2 och 3.
1989 års priser.

Plan nit.	Etapp	Fv- kostn	Antal lgh	3000:-/st Värme- mätare	Total kostn	Kostn per lgh
1 15 MWh	I	485 000	30	90 000	575 000	19 200
	II	1026 000	59	177 000	1 203 000	20 400
	III	400 000	<u>42</u>	126 000	<u>526 000</u>	<u>12 500</u>
	Tot		131		2 304 000	17 600
1 25 MWh	I	555 000	30	90 000	645 000	21 500
	II	1145 000	59	177 000	1 322 000	22 400
	III	425 000	<u>42</u>	126 000	<u>551 000</u>	<u>13 100</u>
	Tot		131		2 518 000	19 200
2 15 MWh	I	460 000	24	72 000	532 000	22 200
	II	968 000	45	135 000	1 103 000	24 500
	III	319 000	<u>28</u>	84 000	<u>403 000</u>	<u>14 400</u>
	Tot		97		2 038 000	21 000
2 25 MWh	I	496 000	24	72 000	568 000	23 700
	II	1 027 000	45	135 000	1 162 000	25 800
	III	330 000	<u>28</u>	84 000	<u>414 000</u>	<u>14 800</u>
	Tot		97		2 144 000	22 100
3 15 MWh	I	590 000	19	57 000	647 000	34 100
	II	920 000	26	78 000	998 000	38 400
	III	519 000	<u>20</u>	60 000	<u>579 000</u>	<u>29 000</u>
	Tot		65		2 224 000	34 200
3 25 MWh	I	625 000	19	57 000	682 000	35 900
	II	944 000	26	78 000	1 022 000	39 300
	III	543 000	<u>20</u>	60 000	<u>603 000</u>	<u>30 200</u>
	Tot		65		2 307 000	35 500

Tabell 3.6. Kostnader ledningssystem 1989.

Den etappvisa utbyggnaden gör att huvudledningen för etapp I respektive etapp II måste dimensioneras för att kunna försörja etapp II respektive etapp III. Detta innebär att kostnaderna per lägenhet blir avsevärt mycket större för de två inledande etapperna än för den tredje.

3.5.3 Sammanställning av kostnader

För att utföra nuvärdeskalkyl av hela installationerna för värmeförsörjningen har kostnaderna för värmekälla, ledningsystem värmeförsörjning samt panncentral för respektive etapp sammanställts. Kostnaden för lokal elpanna har beräknats för varje planförslag och etapp.

Nuvärdeskalkylen är beräknad med den merinvestering som respektive förslag till värmepumpsanläggning medför i jämförelse med lokal elpanna. Sammanställning av investeringskalkylerna ges i tabell 3.7, 3.8 3.9 och 3.10.

För att underlätta jämförelsen med andra värmepumpsystem har merinvesteringar för värmeförsörjningen inklusive värmepumpsystemet, kkr per totalteffektbehov exklusive radiatorsystem i byggnaden redovisas i figur 3.14 nedan.

För att ytterligare analysera kostnadsutvecklingens påverkan på alternativet med lokal värmepump har merinvesteringen reducerats i två steg, 10 och 20 %.

PLANFÖRSLAG 1. CENTRAL VÄRMEPUMP. 15 MWh/hus. 1985,1989.

Ettap nr	Investering i		Merinvestering i	
	Lokal Elpanna	Värmepumps- anläggning	Värmepumps- anläggning	
	1985	1985	1985	1989
	KKR	KKR	KKR	KKR
1	480	2900	2420	2856
2	670	2000	1330	1569
3	940	1900	960	1133

PLANFÖRSLAG 1. CENTRAL VÄRMEPUMP. 25 MWh/hus. 1985,1989.

Ettap nr	Investering i		Merinvestering i	
	Lokal Elpanna	Värmepumps- anläggning	Värmepumps- anläggning	
	1985	1985	1985	1989
	KKR	KKR	KKR	KKR
1	480	3200	2720	3210
2	670	2300	1630	1924
3	940	2350	1410	1664

Tabell 3.7 Totala kostnader värmeförsörjning
samtliga etapper planförslag 1 i 1985 och
1989 års kostnadsläge.

PLANFÖRSLAG 2. CENTRAL VÄRMEPUMP. 15 MWh/hus. 1985,1989.

Ettap nr	Investering i		Merinvestering i	
	Lokal Elpanna	Värmepumps- anläggning	Värmepumps- anläggning	
	1985	1985	1985	1989
	KKR	KKR	KKR	KKR
1	350	2500	2150	2537
2	560	1950	1390	1640
3	610	1400	790	932

PLANFÖRSLAG 2. CENTRAL VÄRMEPUMP. 25 MWh/hus. 1985,1989.

Ettap nr	Investering i		Merinvestering i	
	Lokal Elpanna	Värmepumps- anläggning	Värmepumps- anläggning	
	1985	1985	1985	1989
	KKR	KKR	KKR	KKR
1	350	2900	2550	3009
2	560	2250	1690	1994
3	610	1650	1040	1227

Tabell 3.8 Totala kostnader värmeförsörjning samtliga
etapper planförslag 2 i 1985 och 1989 års
kostnadsläge.

PLANFÖRSLAG 3. CENTRAL VÄRMEPUMP, 15 MWh/hus, 1985,1989.

Etapp nr	Investering i		Merinvestering i	
	Lokal Elpanna	Värmepumps- anläggning	Värmepumps- anläggning	
	1985	1985	1985	1989
	KKR	KKR	KKR	KKR
1	290	2400	2110	2490
2	400	1600	1200	1416
3	340	1300	960	1133

PLANFÖRSLAG 3. CENTRAL VÄRMEPUMP, 25 MWh/hus, 1985,1989.

Etapp nr	Investering i		Merinvestering i	
	Lokal Elpanna	Värmepumps- anläggning	Värmepumps- anläggning	
	1985	1985	1985	1989
	KKR	KKR	KKR	KKR
1	290	2900	2610	3080
2	400	1800	1400	1652
3	340	1500	1160	1369

Tabell 3.9 Totala kostnader värmeförsörjning
samtliga etapper planförslag 3
i 1985 och 1989 års kostnadsläge.

PLANFÖRSLAG 1. LOKAL VÄRMEPUMP, 15 MWh/hus, 1985.

Ettap nr	Investering i		Merinvestering i		
	Lokal Elpanna	Värmepumps-anläggning	Värmepumps-anläggning	SÄNKNING	
	1985	1985	1985	10 %	20%
	KKR	KKR	KKR	KKR	KKR
1	480	3300	2820	2520	2270
2	670	4550	3880	3466	3122
3	940	5300	4360	3878	3477

PLANFÖRSLAG 1. LOKAL VÄRMEPUMP, 15 MWh/hus, 1989.

Ettap nr	Merinvestering i Värmepumps		anläggning	
	MERINVESTERING		SÄNKNING	MERINVESTERING
			10 %	20%
	KKR	KKR	KKR	KKR
1	3328		3025	2773
2	4578		4162	3815
3	5144		4677	4287

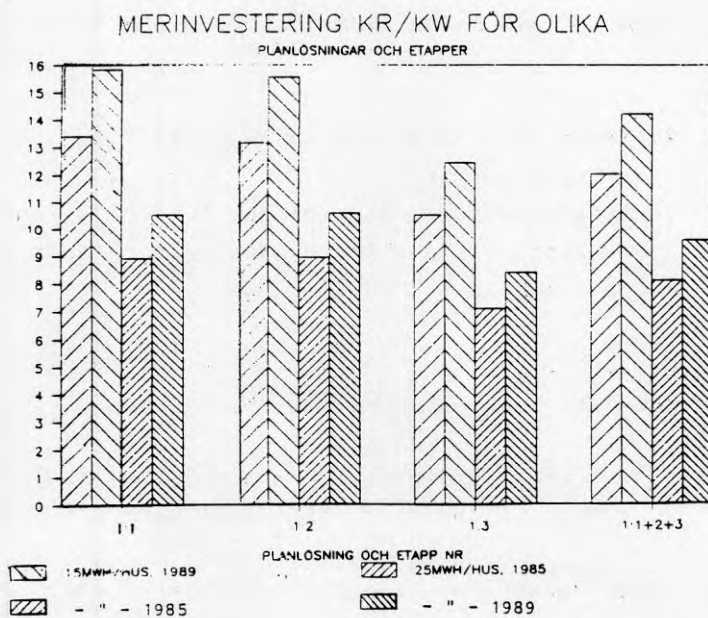
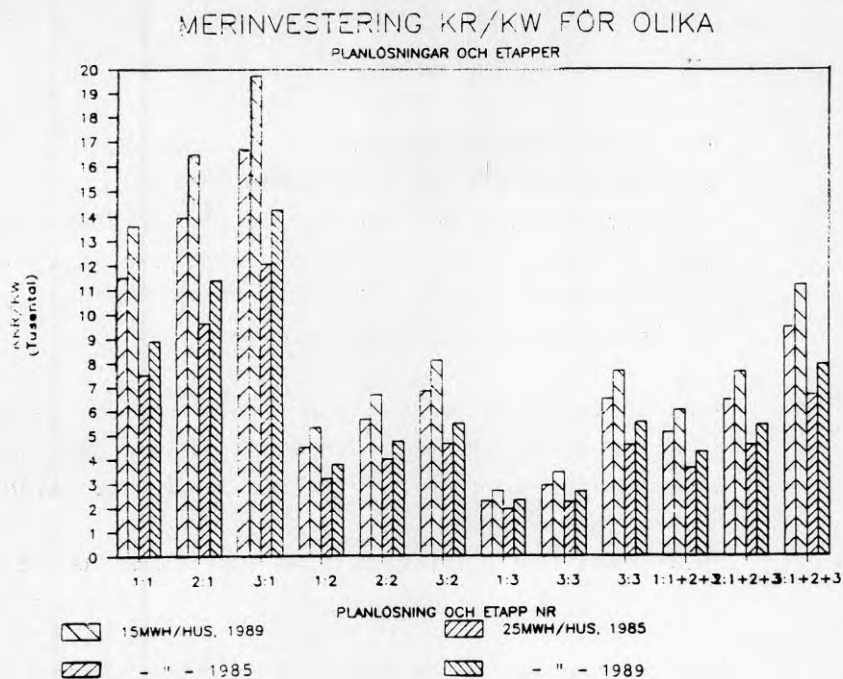
PLANFÖRSLAG 1. LOKAL VÄRMEPUMP, 25 MWh/hus, 1985.

Ettap nr	Investering i		Merinvestering i		
	Lokal Elpanna	Värmepumps-anläggning	Värmepumps-anläggning	SÄNKNING	
	1985	1985	1985	10 %	20%
	KKR	KKR	KKR	KKR	KKR
1	480	3700	3220	2927	2683
2	670	5200	4530	4118	3775
3	940	6000	5060	4600	4217

PLANFÖRSLAG 1. LOKAL VÄRMEPUMP, 25 MWh/hus, 1989.

Ettap nr	Merinvestering i Värmepumps		anläggning	
	MERINVESTERING		SÄNKNING	MERINVESTERING
			10 %	20%
	KKR	KKR	KKR	KKR
1	3800		3454	3166
2	5350		4859	4455
3	5970		5428	4976

Tabell 3.10 Totala kostnader värmeförsörjning lokal värmepump samtliga etapper planförslag 1 i 1985 och 1989 års kostnadsläge.



Figur 3.14. Merinvesteringen i kronor per totalteffektbehov per planförslag och etapp, kkr/kw.

3.5.4 Nuvärdeskalkyler

För beräkningar av respektive alternativs lönsamhet samt för analyser hur skillnader i olje- och elpris påverkar ekonomin för respektive planförslag och etapp har effekten av olika olje- och elpriser kalkylerats. Lokala elpannor installerade i varje hus har använts som jämförelse i samtliga kalkyler.

Real kalkylränta har satts till 6 % i samtliga beräkningar. Den ekonomiska livslängd har för samtliga beräkningar satts till 30 år för hela investeringen.

Kalkylerna för lokal värmepump har varierats mer för att visa viktiga skärningspunkter för lönsamheten.

Justeringar av investeringarna för den lokalt placerade värmepumpen har utförts för att ta fram vid vilken nivå den ekonomiskt kan konkurrera med elpanna.

Följande alternativ har beräknats:

Central värmepump, planförslag 1,2 och 3 samt för samtliga etapper, två olika exploateringsgrader per etapp(15MWh resp 25MWhmper hus).

El- och oljepriser har varierats enligt nedanstående tabell:

NO = Normalt oljepris NE = Normalt elpris
HO = Högt oljepris HE = Högt elpris

Lokal värmepump, endast planförslag 1 samt för samtliga etapper, två olika exploateringsgrader per etapp(15MWh resp 25MWhmper hus).

El- och oljepriser har varierats enligt nedanstående tabell:

NO = Normalt oljepris NE = Normalt elpris

HO = Högt oljepris HE = Högt elpris

EHE = Extra högt elpris, lokal värmepump, elpanna.

SHE = Extra högt elpris, lokal värmepump, elpanna utan fast avgift värmepump.

XSHE= Extra högt elpris, lokal värmepump, elpanna, utan fast avgift värmepump, reducering av investering i värmepumpsalternativet i tre steg, 10 %, 20 % och 30 %.

Samtliga energipriser som använts i kalkylerna redovisas i tabell 3.11, 3.12 3.13 och 3.14 nedan.

- Central Värmepump -

1985 års priser, elpris inkl elskatt.

ALTERNATIV	OLJEPRIS kr/m ³	ELPRIS ELP		ELPRIS VÄRMEPUMP			ENERGI
		Fast avg kr	Energi avg kr/MWh	Fast avg kr	Effekt avg kr/kW	Energi avg kr/MWh	BEEOV PER HUS MWh
NO/NE	2500	2100	239	4300	300	208	15
NO/NE	2500	2650	239	4300	300	208	25
HO/NE	3000	2100	239	4300	300	208	15
HO/NE	3000	2650	239	4300	300	208	25
HO/HE	3000	2500	287	5100	360	250	15
HO/HE	3000	3180	287	5100	360	250	25
NO/HE	2500	2500	287	5100	360	250	15
NO/HE	2500	3180	287	5100	360	250	25

Tabell 3.11 Central värmepumps energikostnader, 1985 års priser

- Central Värmepump -

1989 års priser, elpris inkl elskatt.

ALTERNATIV	OLJEPRIS kr/m ³	ELPRIS ELP		ELPRIS VÄRMEPUMP			ENERGI
		Fast avg kr	Energi avg kr/MWh	Fast avg kr	Effekt avg kr/kW	Energi avg kr/MWh	BEROV PER HUS MWh
NO/NE	2000	2300	280	4300	300	208	15
NO/NE	2000	3127	280	4300	300	208	25
HO/NE	2400	2300	280	4300	300	208	15
HO/NE	2400	3127	280	4300	300	208	25
HO/HE	2400	2760	336	4300	360	250	15
HO/HE	2400	3752	336	4300	360	250	25
NO/HE	2000	2760	336	4300	360	250	15
NO/HE	2000	3752	336	4300	360	250	25

Tabell 3.12 Central värmepumps energikostnader, 1989 års priser

- Lokal Värmepump -

1985 års priser, elpris inkl elskatt.

ALTERNATIV	ELPRIS ELP		ELPRIS VÄRMEPUMP		ENERGI	MINSK
	Fast avg kr	Energi avg kr/MWh	Fast avg kr	Energi avg kr/MWh	BEROV PER HUS MWh	AD INV VP %
NE	2100	239	1700	239	15	
NE	3600	239	2900	239	25	
SE	2500	287	2050	287	15	
SE	4320	287	3480	287	25	
SE	3570	406	2900	406	15	
EHE	6120	406	4930	406	25	
SHE	2500	287	0	287	15	
SHE	4320	287	0	287	25	
XSHE	2500	287	0	287	15	10,20
XSHE	4320	287	0	287	25	10,20

Tabell 3.13 Lokal värmepumps energikostnader, 1985 års priser

1989 års priser, elpris inkl elskatt.

ALTERNATIV	ELPRIS ELP		ELPRIS VÄRMEPUMP		ENERGI BEHOV PER MWh	MINSK AD INV HUS VP %
	Fast avg kr	Energi avg kr/MWh	Fast avg kr	Energi avg kr/MWh		
NE	2500	280	2000	280	15	
NE	4290	280	3430	280	25	

HE	3000	336	2400	336	15	
HE	5140	336	4100	336	25	

EHE	4250	476	3400	476	15	
EHE	7290	476	4250	476	25	

SHE	3000	336	0	336	15	
SHE	5140	336	0	336	25	

XSHE	3000	336	0	336	15	10,20
XSHE	5140	336	0	336	25	10,20

Tabell 3.14 Lokal värmepumps energikostnader, 1989 års priser

För att erhålla en mer generell redovisning av resultatet från de ekonomiska kalkylerna har energibehovet per hus för de olika etapperna och därmed motsvarande ytor omräknats så att olika exploateringsstal har erhållits. Med utgångspunkt från 15MWh/hus respektive 25MWh/hus erhålls en yta per hus/lägenhet om 120,5 m²/hus vid 15MWh/hus och 207,5 m²/hus vid 25MWh/-hus.

Detta ger följande tabeller för hela exploateringen:

15MWh/hus					
Planförslag	Ettapp				Totalt
	Nr				
	1	2	3		
1	0,09	0,16	0,18	0,14	
2	0,07	0,13	0,12	0,10	
3	0,05	0,09	0,06	0,07	

Tabell 3.15. Exploateringsgrad för 15MWH/hus

25MWh/hus					
Planförslag	Ettapp				Totalt
	Nr				
	1	2	3		
1	0,16	0,27	0,21	0,24	
2	0,11	0,23	0,20	0,18	
3	0,09	0,16	0,11	0,12	

Tabell 3.16. Exploateringsgrad för 25MWH/hus.

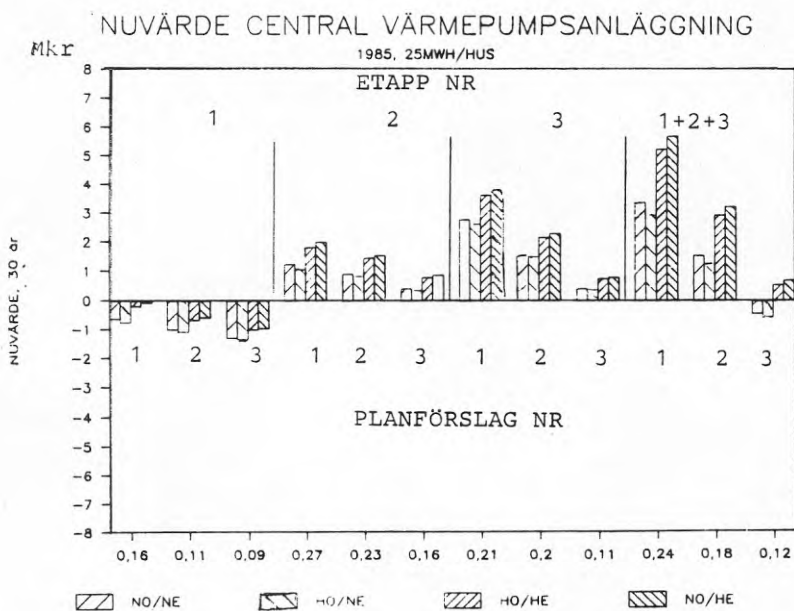
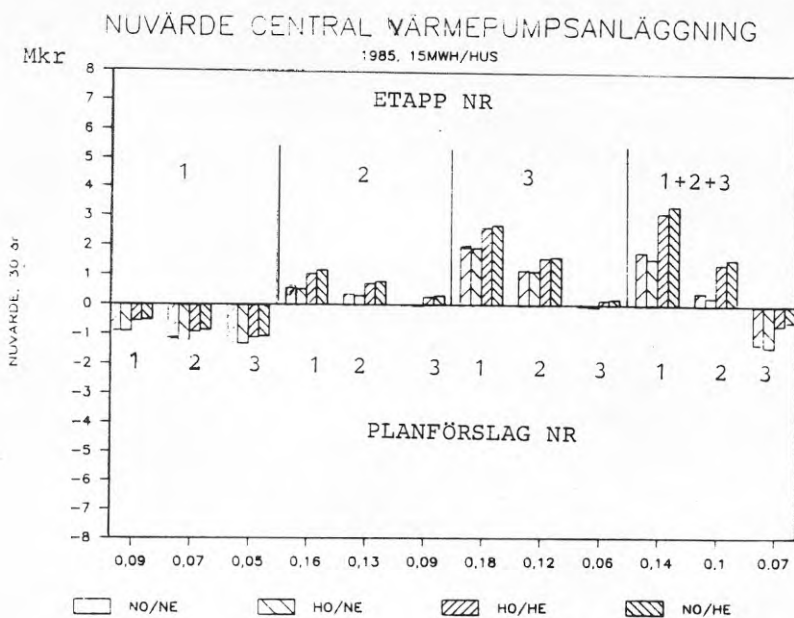
Resultatet från nuverdeskalkylerna redovisas endast i diagramform för att på ett enkelt och överskådligt åskådliggöra de olika alternativens och energiprisernas påverkan på lönsamheten.

I figur 3.17, 3.18, 3.19 och 3.20 redovisas för samtliga planförslag och etapper, central värmepumpsanläggning med 1985 års investering och energipriser med ovan givna variationer i nuvärdet i förhållande till planförslag nr och etapp nr samt exploateringsgrad. Av figurerna framgår att etapp 1 är för nästan samtliga planförslag är olönsamt. Etapperna 2 och 3 är lönsamma för central värmepumpsanläggning. Dock med mycket liten marginal för planförslag 3.

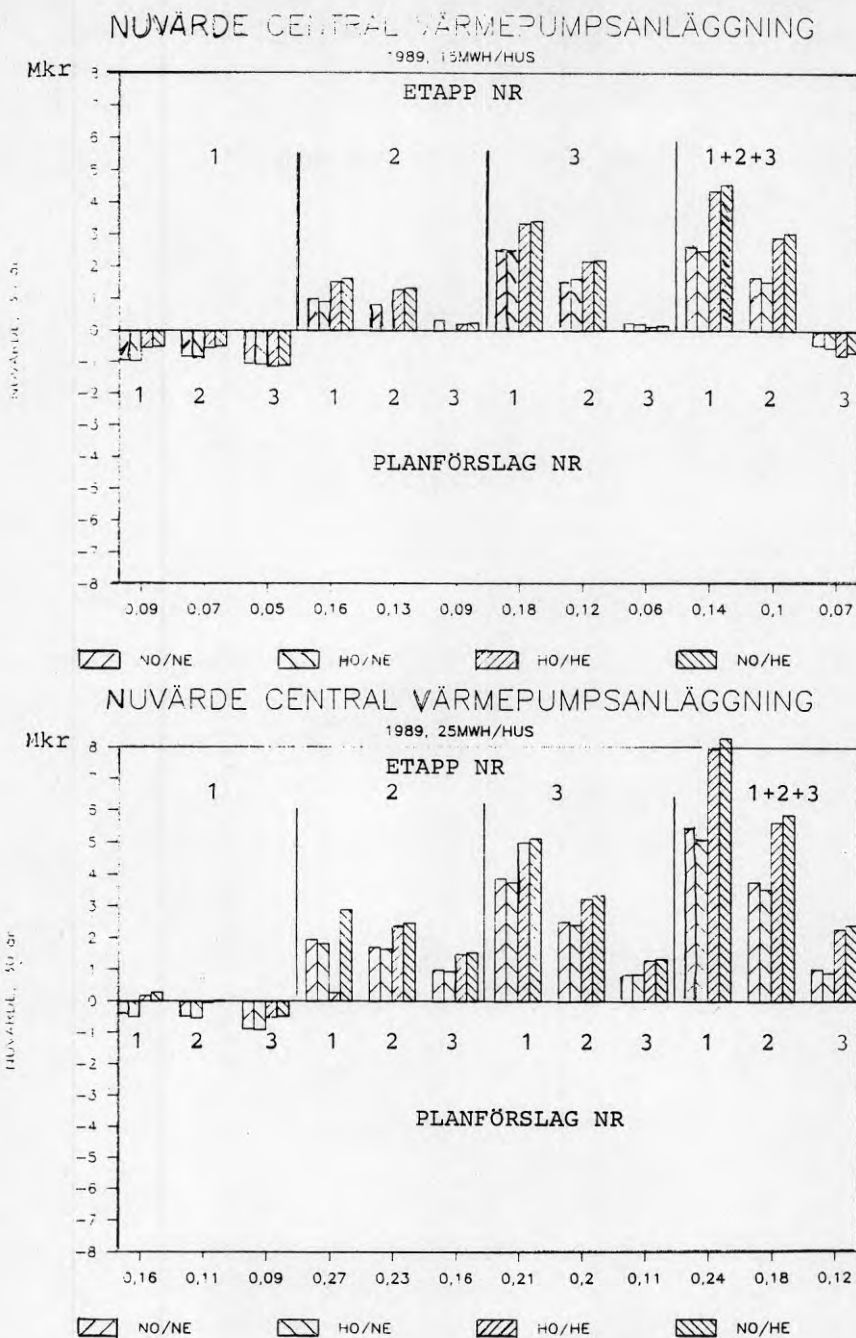
Totalt sett är endast planförslag 1 och 2 lönsamma. Gränsen för en lönsam central värmepumpsanläggning utbyggd i etapper med ca 40% effekttäckning av värmepumpar är enligt diagrammen en exploateringsgrad av ca 0.1 -0.12. Kalkylen för 1989 visar på bättre lönsamhet för central värmepumpsanläggning.

Kalkylerna visar också att ju högre elpris desto förmanligare med central eller lokal värmepump i förhållande till lokal elpanna.

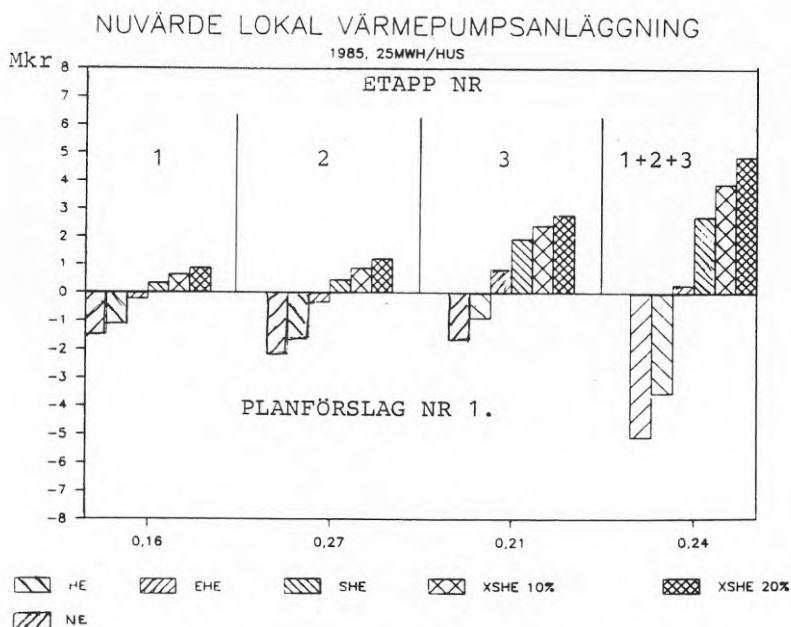
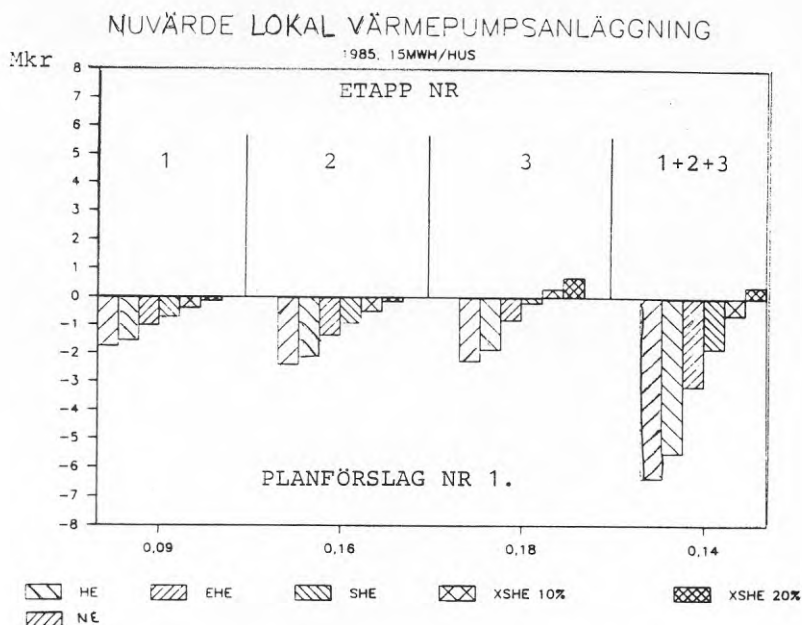
För lokal värmepump i jämförelse lokal elpanna går det att erhåll lönsamhet först vid ett exploateringsstal som överstiger 0,16 kombinerat med extra höga elpriser. God lönsamhet erhålls först vid exploateringsgrader över 0,20 kombinerat med extra höga elkostnader.



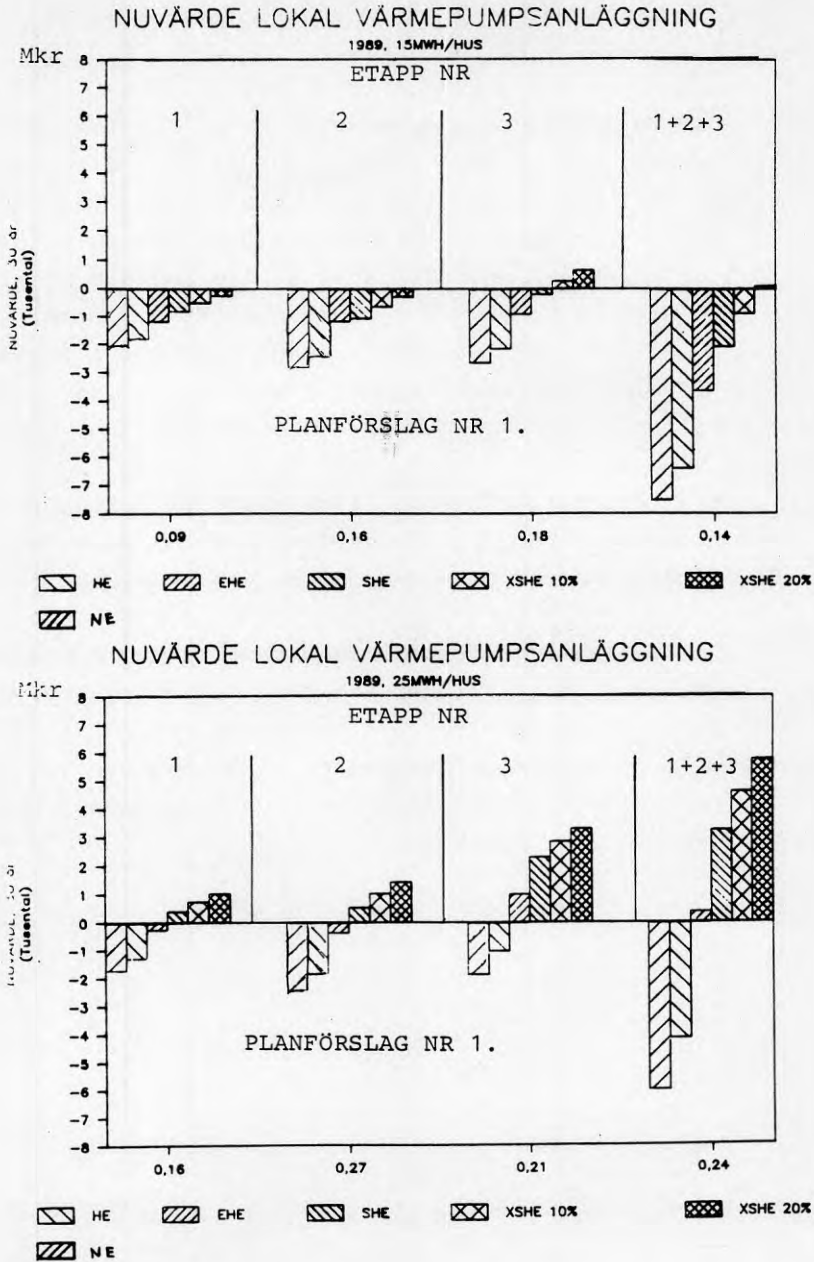
Figur 3.17. Central värmepumpsanläggning, nuvärdeskalkyler relaterat till planförslag nr, etapp nr och exploateringsgrad, 1985 års kalkyl.



Figur 3.18. Central värmepumpsanläggning, nuvärdeskalkyler relaterat till planförslag nr, etapp nr och exploateringsgrad, 1989 års kalkyl.



Figur 3.19. Lokal värmepumpsanläggning, nuvärdeskalkyler relaterat till planförslag nr, etapp nr och exploateringsgrad, 1985 års kalkyl.



Figur 3.20. Lokal värmepumpsanläggning, nuvärdeskalkyler relaterat till planförslag nr, etapp nr och exploateringsgrad, 1989 års kalkyl.

3.5.5 Lånereglers påverkan

De staliga lånereglernas utformning 1989 (de gamla och de nya) för en exploatering av den här typen av områden gör det mer ekonomiskt att exploatören intergrerar värmeförsörjningen i exploateringen i jämförelse med att det kommunala energibolaget skulle förse området med fjärrvärme. Analyser i andra projekt har visat på upp-till 10 000 kr/lägenhet i ökade låneunderlag vid val av "lokala" värmeproduktionsanläggningar i för hållande till fjärrvärme.

Analysen gäller för de låneregler som gäller t om 1989, effekten av de nya lånereglerna har ej studerats i detalj men ser ut att ge samma påverkan.

Det skulle som exempel innebära för Västra Hemberget, planförslag 1, en ökad kapital- och energikostnader för exploatören på minst 0.7 Mkr under den första 5-årsperiod om han valde fjärrvärme i stället för att bygga egna produktionsanläggningar med värmepumpar som utnyttjar avloppsvatten.

REFERENSER

Modin, B

1978 Ackumulering av lågvärdig värme i mark
VVS nr 9 1978

Jordvärmegruppen CTH genom Lars Jacobsson
1978 Byggnadsuppvärmning med jordvärmepump
Översiktlig teknisk/ekonomisk bedömning av
olika system i bostadshus
Intern lägesrapport december 1978

Modin, B

1978 Geologiska kartor för planering av
ytjordvärme, VVS-78 internationella konfe-
rens om förnyelsebara och konventionella
energiformer inom VVS-teknik: Värmepumpar

Modin, B

Förstudier av byggnadsuppvärmning med jord-
värmepump. Geologiska faktorer.
BFR-rapport R 55:1979

Jordvärmegruppen CTH

Nordic Symposium och Earth Heat Pump Systems
Preprints + supplement

Modin, B & Wilen, P

Byggnadsuppvärmning med jordvärmepump
Geologiska förutsättningar för värmelagring
i lera inom större tätorter i Mellansverige
BFR-rapport R 88:1980

Berntsson, T, Franck, P-Å, Jacobsson, L,

Modin, B & Wilen, P

The use of the ground as a heat source for
heat pumps in urban areas

BFR-rapport D 39:1980

Jordvärmegruppen CTH

Användning av mark som värmekälla för värmepumpar i tätort

Översiktliga tekniska/ekonomiska bedömningar
BFR-rapport R 149:1980

Franck, P-Å, Modin, B, & Rosenblad, G

Värmepump med vertikalt jordvärmesystem och vindkonvektorer

Utvärdering av ett fullskaleprojekt i Utby
JVJG-rapport nr 2, 1981

Modin, Björn O, Wilen Peter

Vertikala rörsystem i lera

Teknik och ekonomi

Jordvärmegruppen CTH 1984

Modin, Björn O

Jordvärme, kapitel G24 i handboken Bygg,
Band G, Liber förlag, Stockholm 1984

Ingvar Rehn, Jan Sundberg, Björn O Modin

Dimensionering av ytjordvärmekollektor

Beräkningar med simuleringsmodell

BFR-rapport R 13:1986

Ingvar Rhen, Björn O Modin, Jan Sundberg

Värmelager i Lera, Lindälvsolan Kungsbacka,
utvärdering. Rapport Geologiska inst.

Björn O Modin

Värmelager lera i Matfors samt jämförelse
med uteluftsvärmepump, ytjordvärmepump -
förstudie, rapport Juni 1988.

BFR-PROJEKT

VÄNNÄS KOMMUN

Tappvarmvattenberedning

BFR-PROJEKT

VÄNNÄS KOMMUN

Tappvarmvattenberedning

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. ALLMÄNT
2. SYSTEMLÖSNINGAR
 - 2.1 System D
 - 2.2 Redan
 - 2.3 Zander & Ingeström plattvärmeväxlare
 - 2.4 Hetgasvärmeväxling
3. TEKNISKA FÖR- OCH NACKDELAR MED DE OLIKA SYSTEMEN
 - 3.1 System D
 - 3.2 Redan
 - 3.3 Zander & Ingeström plattvärmeväxlare
 - 3.4 Hetgasvärmeväxling
4. AKTUELL DIMENSIONERING OCH KOSTNADER FÖR DE OLIKA SYSTEMLÖSNINGARNA
 - 4.1 System D
 - 4.2 Redan
 - 4.3 Zander & Ingeström plattvärmeväxlare
 - 4.4 Hetgasvärmeväxlare

1. ALLMÄNT

För beredning av tappvarmvatten kommer två stycken huvudalternativ att belysas.

A: Tappvarmvattenberedning i varje hus

B: Tappvarmvattenberedning sker i uppvärmningscentral med distribution ut till varje hus.

Dimensionerande tappvarmvattentemperaturer förutsätts för alt A vara $+45^{\circ}\text{C}$ och för alt B vara $+47^{\circ}\text{C}$. Anledningen till att alt B har en högre temperatur är den att hänsyn tagits till kulvertförluster vid distributionen för att erhålla 45° -igt varmvatten vid tappstället.

Inkommande kallvattentemperatur antages vara $+3^{\circ}\text{C}$.

Dimensionerande tappvarmvattenflöde för resp hus ansätts till 0,6 l/s.

I alt B erhålles en sammanlagring av tappvarmvattenflöde, vilket framgår av nedanstående formel

$$Q_s = Q_{N1} + \frac{\sum(Q_N - Q_{N1}) + AV_{q_m} \times \theta^1 \times \sqrt{\theta(Q_N - Q_{N1})}}{\theta}$$

och uppgår till 0,54 l/s. Någon sammanlagring för resp hus i alt A förekommer ej.

Det årliga energibehovet för tappvarmvattenberedning antages vara ca 4 000 kWh per hus.

Dimensionerande temperatur på utgående värmebärare från värmepumpen antages för alt A vara $+50^{\circ}\text{C}$.

SYSTEMLÖSNINGAR

En kortfattad beskrivning av ett antal möjliga system för tappvarmvattenberedning kommer att ges enligt nedan.

2.1 System D

AGA CTC:s system D för tappvarmvattenberedning består av en ackumula-

tor för tappvatten och en värmeväxlare för uppvärmning av vattnet, se figur 1. Tappvattnet pumpas av laddningspumpen med konstant flöde från botten av ackumulatören via värmeväxlaren till toppen av beredaren.

Pumpen kan termostatstyras så att den stannar när beredaren är fulladdad.

Vid konstanthållning av varmvattentemperaturen i utgående varmvattenledning från värmeväxlaren, styrs primärtillförseln till värmeväxlaren via en styrventil. Denna kan placeras i framledningen eller i returledningen.

Värmeväxlaren kan tillföras uppvärmningsmedium från elpanna, hetvattenpanna, fjärrvärme, ångpanna, värmepump, solfångare m m.

System D kan användas både för tappvarmvattenberedning i varje hus och för central tappvarmvattenberedning i gruppcentral.

2.2 Redan

System REDAN för tappvarmvattenberedning består av en värmeväxlare som kopplas till ett sekundärt varmvattenssystem, se figur 2. Tappvarmvattenberedning sker utan ackumulering som en genomströmningsberedare, dvs produktion av tappvarmvatten sker samtidigt som förbrukning sker.

Värmeväxlare styrs utav en tryckstyrd regulator. Denna är konstruerad så att öppning för varmvatten och tappvarmvatten sker samtidigt.

Detta system kan användas för tappvarmvattenberedning i varje hus och för central varmvattendistribution från gruppcentral.

2.3 Zander & Ingeström plattvärmeväxlare

System ZI plattvärmeväxlare för tappvarmvattenberedning består av en helldödd värmeväxlare kopplas till ett sekundärt varmvattenssystem, se figur 3.

Tappvarmvattenberedning sker, utan ackumulering, som en genomströmningsberedare dvs produktion av tappvarmvatten sker samtidigt som förbrukning sker. Värmeväxlare styrs av en tvåvägsventil på varmvattensidan som påverkas av en givare på tappvarmvattensidan via en reglercentral.

Detta system kan användas för tappvarmvattenberedning i varje hus och för central värmevattendistribution från gruppcentral.

2.4 Hetgasvärmväxling

Systemet för tappvarmvattenberedning med hjälp av hetgasväxling framgår av figur 4.

Systemet består av en enkelmantlad beredare med ett värmebatteri i beredaren för uppvärmning av tappvarmvattnet.

Värmebatteriet är kopplat till en hetgasvärmväxlare vilken är placerad mellan kompressor och kondensor i en värmepumps köldmediekrets. En pump i batterikretsen cirkulerar ett mellanmedium mellan hetgasvärmväxlaren och batteriet i beredaren. I princip utnyttjas den övertemperatur som köldmediegasen har efter kompressionen i värmepumpen.

Systemet kan användas både för tappvarmvattenberedning i varje hus och för central tappvarmvattenberedning i gruppcentral.

3. TEKNISKA FÖR- OCH NACKDELAR MED DE OLIKA SYSTEMEN

3.1 System D

Fördelar:

- Primäreffekten till laddningsvärmväxlaren kan begränsas på grund av den ackumulerade varmvattenmängden
- Ackumulatorvolymen blir förhållandevis mindre än för traditionellt uppvärmda varmvattenberedare, beroende på den mera aktiva återladdningen med laddningspumpen
- Bättre skiktning i ackumulatorvolymen beroende på att laddningsvattnet tillförs i toppen av beredaren.

Nackdelar:

- Kan ge höga returtemperaturer vilket dock kan reduceras med en returtemperaturbegränsare.

- Kräver förhållandevis stort platsutrymme i förhållande till genomströmningensberedare.

3.2 Redan

Fördelar:

- Kräver litet platsutrymme, kan placeras t ex under en diskbänk
- Ger låga returtemperaturer vid tappning

Nackdelar:

- Kräver höga momentaneffekter vid tappvarmvattenberedning
- Kan vara svårt att inreglera i förhållande till det övriga värmesystemet, då växlaren kräver stora tryckfall för att fungera bra
- Kan orsaka kalkutfällning av tappvattnet i växlaren

3.3 Zander & Ingeström plattvärmväxlare

Fördelar:

- Kräver litet platsutrymme
- Ger låga returtemperaturer vid tappning

Nackdelar:

- Kräver höga momentaneffekter vid tappvarmvattenberedning
- Kan orsaka kalkutfällning av tappvarmvattnet i växlaren

3.4 Hetgasvärmväxling

Fördelar:

- Möjliggör effektivare effektutnyttjning av en och samma värmepump
- Tar till vara på den höga tryckrörstemperaturen i värmepumpen
- Kräver förhållandevis liten beredarevolym
- Ger inga regleringsproblem i förhållande till värmesystemet

Nackdelar:

- Kräver förhållandevis stort platsutrymme i förhållande till genomströmningensberedare
- Måste kompletteras sommartid, antingen med elpatroner i beredaren eller att kondensorn värmer tappvarmvattnet

4. AKTUELL DIMENSIONERING OCH KOSTNADER FÖR DE OLIKA SYSTEMLÖSNINGARNA.

Dimensionerande förutsättningar:

- Sannolikt tappvarmvattenflöde per hus: 0,6 l/s
- Inkommande kallvattentemperatur: +3°C
- Utgående tappvarmvattentemperatur: +45°C

4.1 System D

Effektbehov laddningsväxlare 6 kW.

Typ: Uni C-316

Beredare: 300 l

Typ: 17 DS 300

Kostnad: 12 500 kr (dec 1983)

4.2 Redan

Genomströmningsväxlare

Typ: 803.206 med en dubbelslinga á 12 m, dvs totalt 24 m värmeväxlarlängd

Kostnad inkl shunt- och reglercentral: 7 500 kr (dec 1983)

4.3 Zander & Ingeström plattvärmväxlare

Plattvärmväxlare (hellödd)

Typ: CB 25-70H (B, B1 2, 2)

Kostnad: 8 200 kr (dec 1983) inkl reglercentral, givare samt ventil

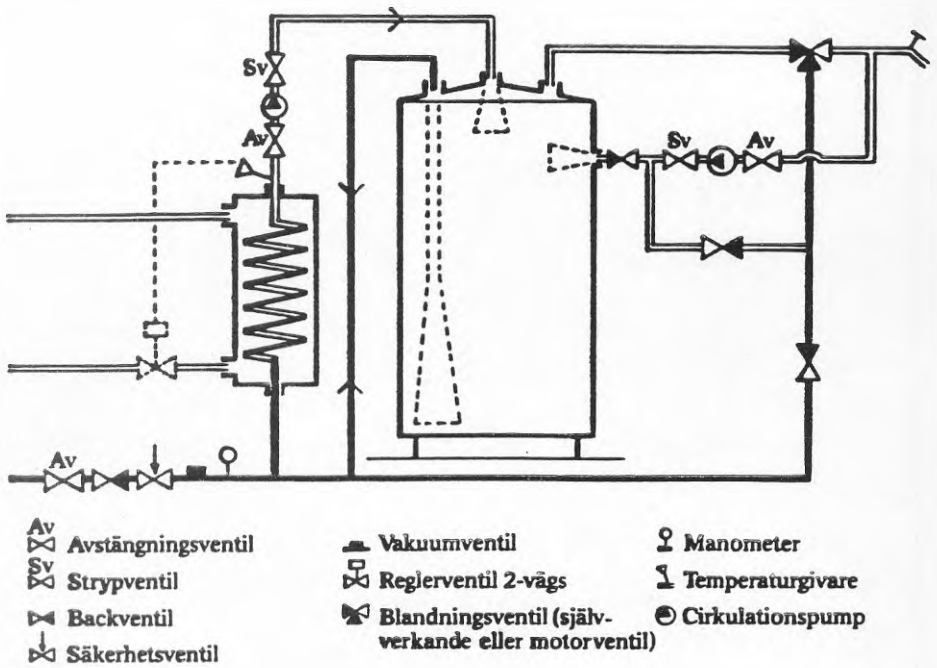
4.4 Hetgasvärmväxlare

Merkostnad för värmepump med hetgasväxlare av fabrikat VENT-TEKNIK AB

typ VTVP 010 med beredare utrustad med elpatron (3 kW) enkelmantlad och med en volym av 160 l samt cirkulationspump.

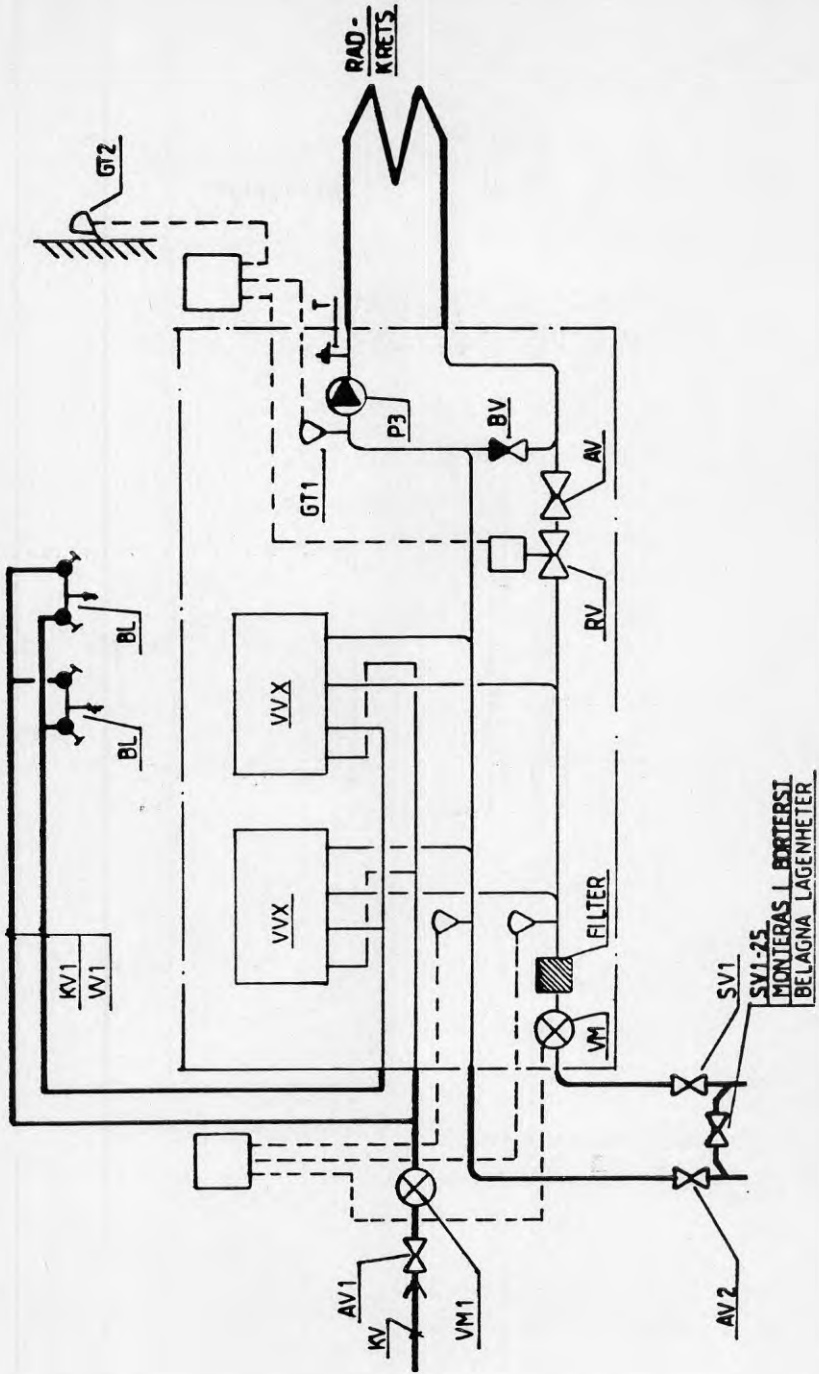
Kostnad: 3 800 kr (mars 1984).

PRINCIPSCHEMA SYSTEM D



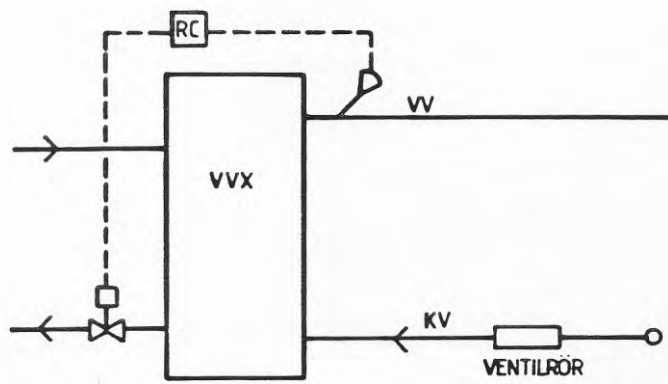
FIGUR 1.

PRINCIPSCHEMA REDAN



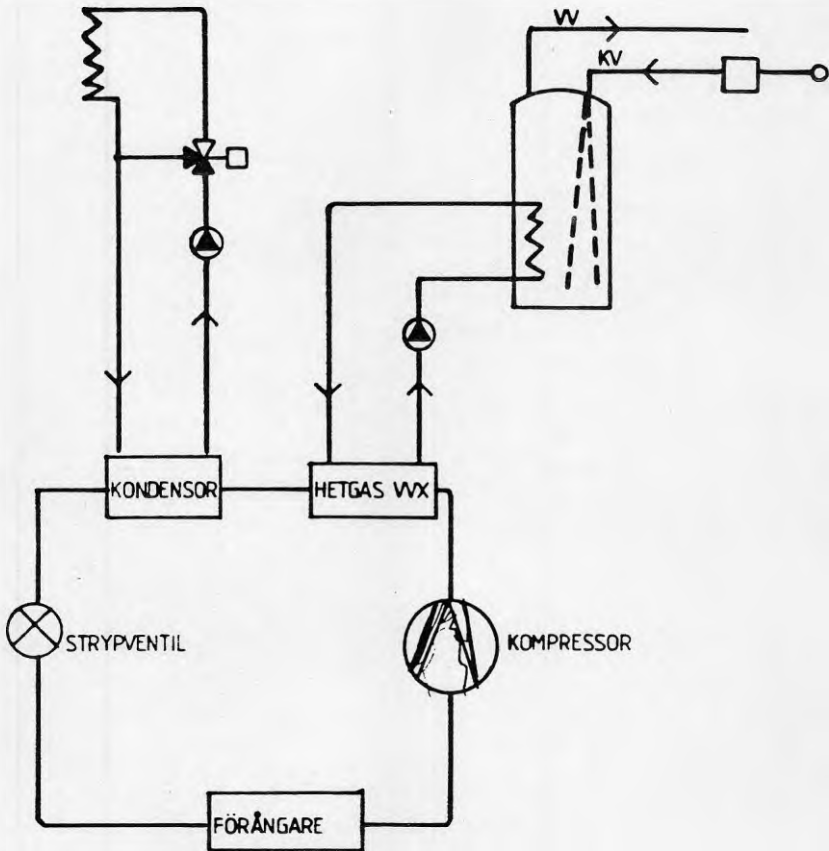
FIGUR 2.

ZANDER & INGSTRÖM:
PLATTVÄRMEVÄXLARE



FIGUR 3.

PRINCIPSCHEMA TAPPVÄRMVATTEN-
BEREDNING MED HETGASVÄRMEVÄXLARE



FIGUR 4.

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 830687-3
från Statens råd för byggnadsforskning till Vännäs
kommun, Vännäs.

R91:1990

ISBN 91-540-5266-1

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6801091

Abonnemangsgrupp:
Ingår ej i abonnemang

Distribution:
Svensk Byggtjänst
171 88 Solna

Cirkapris: 51 kr exkl moms