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.

GÖTEBORGS UNIVERSITET

Rapport R119:1984

Ytjordvärme- och sjövärme-anläggningar

Omgivningspåverkan och driftproblem — en enkätundersökning

Hans-Georg Wallentinus

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION
Accnr
Plac Ser

K
Ark

Byggforskningsrådet

R119:1984

YTJORDVÄRME- OCH SJÖVÄRMEANLÄGGNINGAR

Omgivningspåverkan och driftproblem - en enkätundersökning

Hans-Georg Wallentinus

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 821032-4 från Statens Råd för byggnadsforskning till Miljövårdscentrum, KTH, Stockholm.

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

R119:1984

ISBN 91-540-4232-1
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Liber Tryck Stockholm 1984

INNEHÅLL

1 INLEDNING 6

2 HUR FUNGERAR EN YTJORD/SJÖVÄRME-
ANLÄGGNING? 9

3 ENKÄTUTFORMNINGEN 12

4 FASTIGHETEN 13
4.1 Total energiförbrukning 13
4.2 Uppvärmd (bostads)yta 14
4.3 Ytjordvärmens andel av värmebehovet . 17
4.4 Hur är vattenförsörjningen löst? . . . 18

5 VÄRMEANLÄGGNINGEN 19
5.1 Ingående fabrikat 19
5.2 När installerades anläggningen? . . . 19
5.3 Vem äger anläggningen och till
vad används den? 20
5.4 Kompletterande uppvärmningssystem . . 20
5.5 Anläggningens uteffekt 21
5.6 Slanglängd 21
5.7 Använd antifrysvätska 27
5.8 Ägarna vet ofta inte var slangarna
är nedgrävda 28

6 MARK OCH VÄXTLIGHET 29
6.1 Vems mark används? 29
6.2 Mark/markanvändning där slangarna
är placerade 30
6.3 Typ av jord där slingorna ligger . . . 30
6.4 Vad växer ovanför slangarna? 31

7 OMGIVNINGSEFFEKTER OCH TEKNISKA PROBLEM 33
7.1 Redovisade omgivningseffekter 33
7.1.1 Vegetationseffekter 33
7.1.2 Förändringar i växtligheten 35
7.1.3 Daggmaskar 36
7.1.4 Snö, tjäle och is 37
7.1.5 Effekter på marken 38
7.2 Tekniska problem 39
7.2.1 Läckage på slangar och kopplingar . . 39
7.2.2 Haverier och fel på värmepumpen . . . 40

8 UTVÄRDERING OCH FÖRSLAG TILL ÅTGÄRDER 42
8.1 Vad tycker användarna om sina
anläggningar? 42
8.2 Funna miljöeffekter 42
8.2.1 Effekter genom nedkylning av marken . 43
8.2.2 Effekter av markarbete 43
8.2.3 Effekter genom läckande slangar . . . 44
8.3 Vilka åtgärder kan vidtas redan idag? 44

BILAGA 1 Enkät och följebrev 48

LITTERATUR 54

SAMMANFATTNING

Miljövårdscentrum, Kungl. Tekniska Högskolan har under sommaren och hösten 1983 genomfört en enkätundersökning rörande omgivningspåverkan av ytjord- och sjövärmeanläggningar. 995 enkäter sändes ut och svarsprocenten var ca 71%. Av dem var 625 ytjord- och sjövärmeanläggningar.

Den typiska anläggningen hör till en fastighet där den uppvärmda ytan är omkring 210 m^2. Elförbrukningen är i medeltal drygt 16,000 kWh och värmebehovet fylls i allmänhet till 100% av värmeanläggningen, med undantag för elkassett eller elradiatorer, vilka går in som stöd vid låga temperaturer. Den största energiförbrukningen finner man i norra Sverige, men Skåne och Västkusten ligger inte långt efter.

Av praktiska orsaker dominerar anläggningar av Thermia's tillverkning och installationen gjordes i medeltal under hösten 1980. Anläggningen ägs av brukaren och ligger i hans/hennes egen trädgård. Uteffekten är mellan 10 och 12 kW och jordvärme- eller vattenvärmeslangarna är ca 450 m långa och ökar i längd från söder mot norr. I slangarna finns en vatten/glykolblandning. Omkring 40% av ytjordvärmeägarna har ingen karta över hur slangarna ligger i marken.

Den jordart, där slangarna ligger är en lera och den växtlighet, som finns är normalt en gräsmatta, men köksväxter, prydnadsväxter och fruktträd finns normalt också över slangarna. De senare minskar procentuellt sett, ju längre norr ut i landet anläggningen ligger.

Effekterna på växtligheten av nedkylningen visar sig främst i att den längre tjälningsperioden över och runt ytjordslangarna medför, att gräs och andra växter börjar grönska senare än i omgivningarna. Under den torra sommaren 1983 förblev gräsmattorna ibland grönare än andra gräsmattor, eller randiga av gröna grässträngar över slangarna, och torrt gräs däremellan. Detta är en följd av bättre vattenhushållning, som beror på lägre marktemperatur och följaktligen mindre avdunstning på våren/försommaren. I många fall skadas trädrötter vid anläggningsarbetet, men mycket få träd dör av behandlingen.

Den tjälbildning, som sker runt slangarna medför ibland uppfrysning eller vågbildning i marken, genom att tjälen över slangarna 'lyfter' marken. Genom dåligt markarbete eller sättningbenägna jordar har marksättningar förekommit i stor utsträckning. T o m sättningar i byggnader har rapporterats. I några fall har också isbränna uppstått.

I flera fall fungerar slanggravarna som extra dränering, vilket ger upphov till ökat vattningsbehov och i lerjordar torksprickor i slanggravskanterna. I andra fall har sättningar i slanggravarna förorsakat försumpning. Omblandning av matjord och underlag försämrar i många fall jorden, vilket i bästa fall ger ett ökat gödslingsbehov, i sämsta fall måste gräsmattan och trädgårdslanden nyanläggas.

I genomsnitt var tredje ytjord- och sjövärmeägare har iakttagit en omgivningspåverkan av anläggningen, även om den inte alltid

har varit negativ. Procenten svar sjunker från söder mot norr, från 43% i sydligaste Sverige till 22% i norra Norrlands kustland!

Läckage på slangar och kopplingar har rapporterats i 26 fall. Slangbrott är tio gånger så vanligt i sjövärmeanläggningarna som i ytjordvärmeanläggningarna. För sjö- och vattendragförlagda slangar är islossningsperioden den mest kritiska tidpunkten på året.

I en tredjedel av enkäterna rapporteras driftproblem med själva värmepumpen. De flesta felen har inträffat under garantitiden och merparten har varit mindre allvarliga fel, som gått att justera utan större problem. Fel på kompressor och pumpar inträffar ofta och 10% av anläggningarna har haft problem med kompressorn och ca 6% med pumpen. Läckor i apparaturen har inträffat i ca 7% av anläggningarna. Andra vanliga fel är elfel, fel i vätskesystemen (yttre värmebärarvätska, resp. radiatorvatten), fel på reläer, givare, lågtrycksvakt, termostater, m m.

1 INLEDNING

Institutionen för Kulturteknik vid Kungl. Tekniska Högskolan genomförde för några år sedan en utredning av forskningsbehovet kring miljöproblem i anslutning till anläggningar för energilagring i och energiutvinning ur mark och grundvatten (Baurne & Bronge 1981). Utredningen utfördes på uppdrag av Statens naturvårdsverk och inarbetades i SNV's rapport till Statens råd för byggnadsforskning. I denna rapport konstaterades bl a behovet av en översiktlig undersökning av vilka miljöeffekter, som konstaterats i anslutning till ytjordvärmeanläggningar.

Av den anledningen sökte Miljövårdscentrum, KTH medel för att genomföra en enkätundersökning, Omgivningspåverkan från ytjordvärmeanläggningar. Enkäten skulle syfta till att klarlägga vilka effekter som inträffat och var det skulle vara mest värdefullt att sätta in åtgärder och/eller forskning. Det nu rapporterade projektet motsvarar det i Baurne & Bronge (1981), p. 21 beskrivna projektet 'Probleminventering av befintliga anläggningar för ytjordvärme'.

Projektledare har varit docent Hans-Georg Wallentinus, Institutionen för Kulturteknik, medan Civ.ing. Per-Olov Persson, Miljövårdscentrum varit projektansvarig. Dessutom har FK Göran Baurne, Civ.ing. Bengt Espeby och Civ.ing. Anders Håkansson deltagit i arbetet. Under arbetets gång har projektet presenterats eller redovisats vid två tillfällen (Wallentinus 1983, 1984).

Det största problemet visade sig vara att få adresser till personer som installerat ytjordvärmesystem. Tillverkarna saknade i allmänhet adresser till dem, som köpt deras anläggningar eller ville inte lämna ut adresser då sådana fanns. Från Thermia-Verken fick vi dock en förteckning över personer, som installerat Thermias system under åren 1980-81. Av den anledningen är enkäter rörande Thermias anläggningar samt åren 1980-81 starkt överrepresenterade i den nu redovisade undersökningen.

För att få med även andra typer av anläggningar och dessutom få en spridning i landet, valdes några län ut för närmare studier. De län som valdes ut, var Malmöhus, Göteborgs- och Bohus, Stockholms, Gävleborgs, Jämtlands, Västernorrlands och Norrbottens län.

Vid länsbostadsnämnderna i resp. län gicks ett stort antal ansökningar om energilån igenom och adresserna till personer, som ansökt om lån för olika typer av energisparande anläggningar antecknades. Härvid var uppgifter om typ av värmepump den viktigaste informationen, då det av ansökningarna inte framgick om den planerade anläggningen var en ytjordvärmeanläggning eller annan typ av anläggning. Av den anledningen har ett förhållandevis stort antal enkäter utgått ur undersökningen (se tabell 1.1).

Då materialet på länsbostadsnämnderna inte är uppordnat ämnesvis utan efter diarienummer, tog denna utplockning förhållandevis lång tid, varför hela projektet försenades.

995 enkäter sändes ut under eftersommaren och hösten 1983 och av dessa återkom (i vissa fall efter påminnelse) 712 enkäter, vilket motsvarar en svarsprocent på 71.6%. Av de återsända enkäterna framgick, som nämnts, att ett antal anläggningar användes för

annat än ytjordvärme, medan andra aldrig kommit till utförande. Av tabell 1.1 framgår fördelningen mellan olika typer av anläggningar. Av de anläggningar, som inte var ytjordvärmeanläggningar ansågs sjövärmeanläggningarna så intressanta, att de inkluderades i undersökningen, medan anläggningar för luftvärme, bergvärme, etc, uteslöts. Kvar blev då 625 enkäter.

Tabell 1.1 Antal återsända enkäter

Ytjordvärmeanläggningar	572	
Sjövärmeanläggningar	53	
Berg-/grundvattenvärmeanläggningar	57	*
Luftvärmeanläggningar	6	*
Endast angivet: Ej ytjordvärme	16	*
Anläggningen aldrig utförd	8	*
Totalt antal återsända rapporter:	712	

Grupper markerade med * har uteslutits. Återstår: 625

Av de anläggningar, som aldrig kommit till utförande, anges i två fall risk för miljöstörning som orsak, medan för liten tomtyta varit orsaken i två fall och för dålig lönsamhet i två fall.

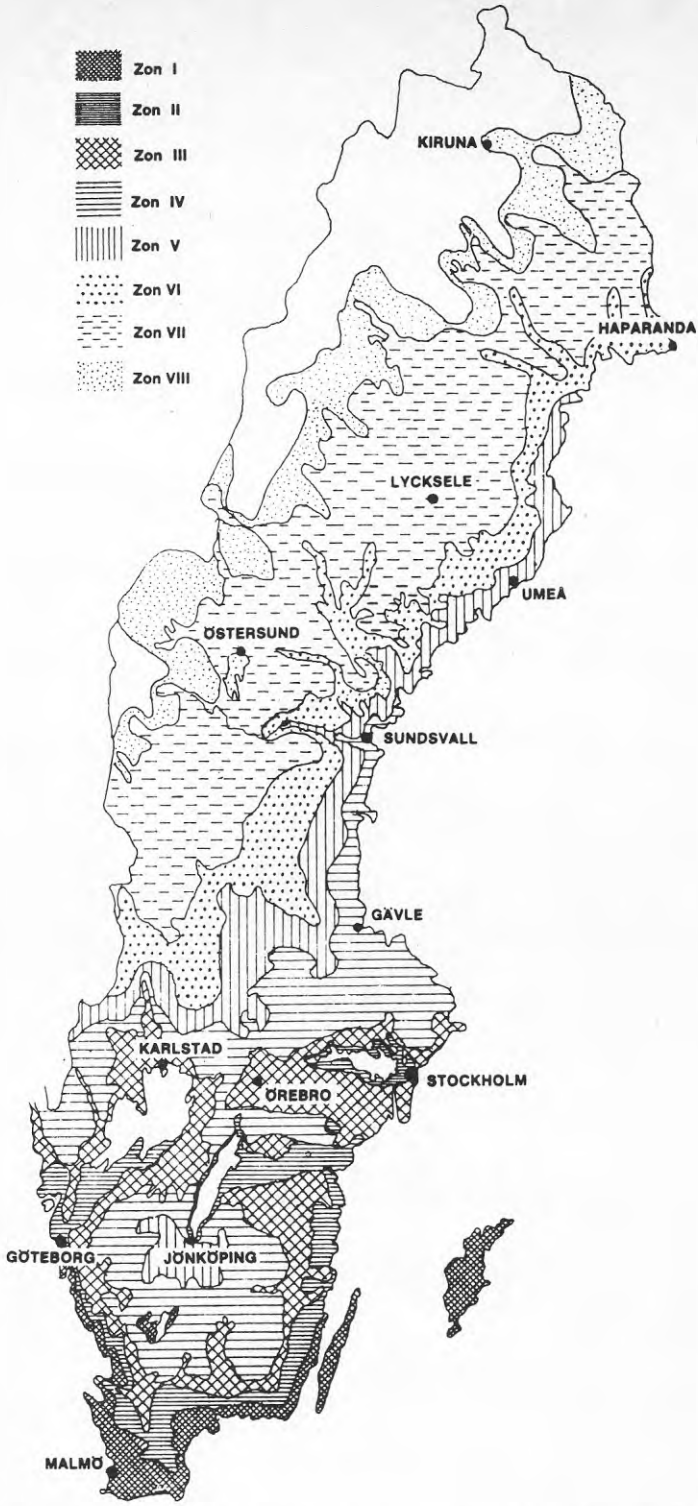
Enkäterna kodades och lagrades på diskett, för senare utvärdering. Vid lagring och databearbetning har en ABC800M med diskettenhet ABC832 använts. För lagring och bearbetning har egen programvara, anpassad till enkäten och skriven i BASIC II, använts.

De 625 enkätsvar, som ingår i undersökningen har i vissa utvärderingar delats upp på växtodlingszoner enligt Pomologiska föreningens zonkarta (se figur 1.1). Klassningen till odlingszon har gjorts med ledning av postnumret, men då zonerna på många håll ligger tätt, har felföring inte gått att undvika. Felet är dock aldrig större än en zon.

För att få med enkäter från så många odlingszoner som möjligt, valdes som nämnts ett antal län ut, vid vars länsbostadsnämnder ansökningar om energisparlån gicks igenom. Genom detta har enkätsvar inkommit från alla odlingszoner utom zon VIII. Det antal enkätsvar, som faller på resp. odlingszon framgår av tabell 1.2. Odlingszonernas utbredning i landet framgår av figur 1.1. Anledningen till att växtodlingszonerna använts som indelningsgrund i vissa fall är, att de förhållandevis väl motsvarar ett områdes klimat. Det kan alltså förväntas en positiv korrelation mellan odlingszon och behov av energi för husuppvärmning.

Tabell 1.2 Antal enkätsvar fördelade på odlingszoner

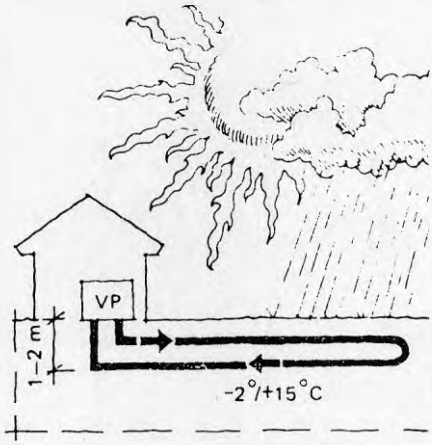
Odlingszon	Antal	Odlingszon	Antal
I	110	V	76
II	202	VI	19
III	51	VII	81
IV	85		



Figur 1.1 Pomologiska föreningens zonkarta (efter Ullström 1961, se även Berg et al 1970).

2 HUR FUNGERAR EN YTJORD/SJÖVÄRMEANLÄGGNING?

Principen för en ytjordvärmeanläggning framgår av figur 2.1. Anläggningen består normalt av två cirkulerande vätskesystem, där det inre systemet utgörs av ett radiatorsystem med vattenburen värme. Det yttre systemet utgörs av slangar, nedgrävda på någon meters djup i marken. Slanglängden är beroende av den värmemängd, som skall kunna utnyttjas. Innehållet i slangarna är normalt en vatten/glykol-blandning, vilken medger att temperaturen på vätskan kan ligga under 0°C. De två systemen går igenom en värmeväxlare (värmepump), där energi tas från den inkommande vätskan och överförs till radiatorslingan, samtidigt som temperaturen höjs till radiatortemperatur. Värme kan tas ur den yttre slingan, även om temperaturen i vätskan är under 0°.



Figur 2.1 Principen för en ytjordvärmeanläggning (efter Lundin 1980)

Under sommaren tillförs marken värmeenergi genom solstrålningen. Denna värme 'vandrar' långsamt nedåt i marken, så att den s k värmefronten når jordvärmeslangarna först under vintern, då ju det största värmebehovet finns. Då, som nämnts, slangarna innehåller en fryspunktsnedsättande tillsats, kan värme tas ur marken ned till en temperatur under noll grader. Detta innebär i sin tur, att jorden omkring slangarna fryser. Detta är dock ingen större nackdel, eftersom en stor värmemängd frigörs just vid frysningen (ca 335 joule per gram vatten, lika mycket som man får om temperaturen på ett gram vatten sänks från +80° till 0°C). Värme kan också tas ur frusen mark, även om utbytet blir något sämre än i ofrusen mark, beroende på att värmen leds långsammare i den frusna marken. Den bästa värmelagrande förmågan finns i marker med hög vattenhalt, d v s normalt leror och torvmarker. Orsaken till detta är dels det stora isbildningsvärmet, dels att vatten kan lagra en förhållandevis mycket stor energimängd per viktsenhet (drygt 4 joule per gram vatten och grad).

Under våren skall den is, som bildats runt slangarna tina. Därför kan det förväntas, att växtsäsongen kommer igång senare på mark, där ytjordvärmesystem har lagts ned. Enligt försök i Mälardalen (växtodlingszon II enligt Pomologiska föreningen, figur 1.1),

förflyttas marken i vegetationsklimatiskt hänseende två odlingszoner norrut, vilket i det relaterade fallet innebär till trakten av Gävle (odlingszon IV), se vidare Troedsson et al. (1982). Vid kraftigast möjliga värmeuttag ökade odlingszonsförflyttningen, vilket i det citerade arbetet innebar en förflyttning till Luleås breddgrad (odlingszon VI).

Frysningen kring slangarna innebär också att markorganismer kan 'fångas' mellan den nedvandrande, naturliga, tjälen och det frusna lager, som bildas runt slangarna. Detta har konstaterats för daggmask (Lundkvist, 1982). Då isen runt slangarna tinar, skulle man också kunna räkna med tjälskjutning och/eller marksättningar.

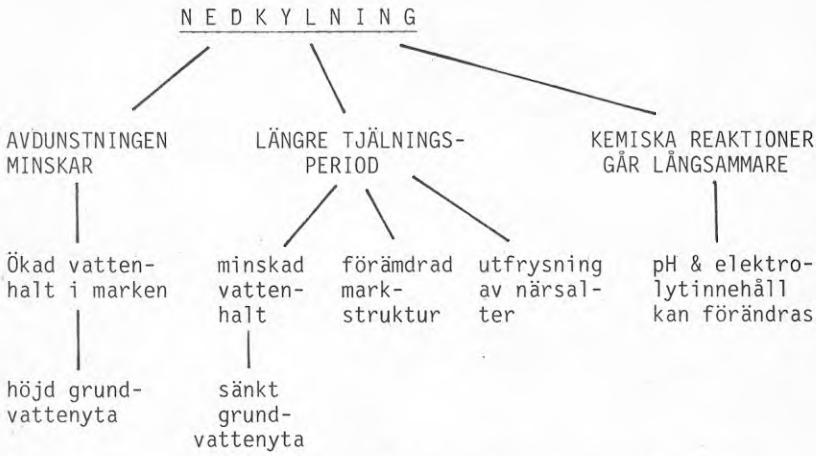
Sjövärmeanläggningar fungerar på i princip samma sätt, men med den skillnaden att värmen här tas ur vatten i stället för mark. Som tidigare nämnts, kan vatten hålla en stor mängd värmeenergi. Om temperaturen i vattnet runt slangarna sänks två grader åtgår, frånsett förluster, ca 450 l vatten för att få 1 kWh värmeenergi. För att värma en normal villa, skulle med samma beräkning åtgå minst 9,000 m^3 vatten, om temperaturen sänks två grader. Detta motsvarar en sjö med ytan 1 ha och medeldjupet 0.9 m. Kan man ta ut mer värme, minskar naturligtvis den volym vatten som går åt, liksom om man kan utnyttja en viss mängd isbildningsvärme.

Ett problem med sjöförlagda ledningar är, att slangarna flyter upp då det bildas is på dem, eftersom is är lättare än vatten.

Vatten kan också tas in till värmeväxlaren direkt från sjön eller vattendraget. I detta fall kan inte värmeenergi tas ut under fryspunkten, då ju vattnet i detta fall skulle frysa till is inne i värmeväxlaren. Det använda vattnet kan sedan återföras till recipienten på valfritt sätt. Någon sådan anläggning ingår inte i denna undersökning.

Ett mellanting mellan ytjordvärme och vattenvärme utgör tekniken att lägga slangar nere i sjösedimenten.

2.1 Möjliga miljöeffekter



Figur 2.2 Tänkbara effekter på mark och vatten av värmeuttag

I Baurne och Bronge (1981) skissades några möjliga miljöeffekter av ytjordvärmeuttag. Effekterna kan delas upp i påverkan på den fysikalisk-kemiska omgivningen (mark och vatten), och i påverkan på levande organismer.

I figur 2.2 visas möjliga primära och sekundära effekter av nedkylning av mark. Flera av de skisserade effekterna är motverkande och ett av syftena med enkätundersökningen var, att få en bättre uppfattning om vilka effekter som kunde dokumenteras. I kapitel 5 skall de funna effekterna diskuteras vidare. I tabell 2.1 listas de möjliga biologiska effekter, som skulle kunna bli följden i den mark, där värmeuttag skett.

Den effekter, som uppträder på växter och djur är i många fall svåra att konstatera utan noggrant planerade vetenskapliga försök, varför det i enkätsvaren inte gått att belägga särskilt många av de biologiska effekterna. Däremot har effekter på mark och vatten varit lättare att konstatera. De biologiska effekterna har redovisats bl a av Troedsson et al (1979,1982), Lundkvist (1983) och Svensson (1983).

Tabell 2.1 Effekter på växter och markdjur av värmeuttag ur mark

VEGETATION

1. Försenad eller utebliven frögroning
2. Försenad eller utebliven blomning
3. Hämmad förökning med rotskott (långsammare tillväxt och näringstransport)
4. Vattenbrist genom "frosttorka" eller långsam transport. Dålig mineralämnesupptagning
5. Försumpning kan medföra syrebrist och förändring av markfloran
6. Växternas konkurrens- och motståndskraft kan förändras

MARKDJUR

1. Längre vilperiod
2. Infrysning - död
3. Långsammare ämnesomsättning; ger långsammare nedbrytning av organiskt material
4. Försumpning kan medföra syrebrist och förändring av markfaunan
5. Markdjurens konkurrens- och motståndskraft kan förändras

3 ENKÄTUTFORMNINGEN

I första hand önskades information om effekter inom det markområde, där ytjordvärmeslangarna lagts ned. De svar, som i första hand förväntades var att vegetationsutvecklingen skulle vara försenad i förhållande till omgivande mark, eller att vissa arter inte klarat av den förändrade växtmiljön. Några förväntade effekter framgår av presentationen i kap. 2. Enkät och följebrev presenteras i bilaga 1.

För att få en uppfattning om mark och markanvändning, ställdes några frågor kring detta. Inom denna grupp frågor efterfrågades i vilken typ av mark och jord slangarna var placerade, vilken typ av växtlighet som fanns över och i närheten av slangarna samt i de fall anläggningen installerats i trädgård, om trädgården var uppvuxen eller nyanlagd. En fråga ställdes också kring fastighetens vattenförsörjning.

Ett antal frågor av allmän karaktär kring anläggningarna ställdes också, som anläggningens fabrikat, storlek, slanglängd och ev. kombination av energikällor, använd antifrysvätska, anläggningsår, total energiförbrukning, hur stor del av värmebehovet som tillgodoses genom anläggningen, samt uppvärmd bostadsyta.

Några fastighetstekniska frågor ingick också i enkäten. Av intresse var att få reda på om anläggningen ägdes av brukaren, var samägd mellan flera brukare eller ägdes av samfällighet. Dessutom frågades om slangarna var nedlagda i egen eller annans mark alt. i samfälld mark.

De frågor, som direkt rörde miljöpåverkan omfattade frågor kring iakttagelser av förändringar bland de växter, som stod över och i närheten av slangarna och på vilka växtarter eller växtgrupper förändringarna iakttagits. Som exempel angavs i enkäten försenad växtstart och/eller blomning, dålig tillväxt och/eller fruktsättning samt missfärgning. Dessutom kunde andra förändringar anges, liksom förslag på vad som skulle kunna ha förorsakat förändringarna eller om några andra förändringar, som t ex förändrad daggmaskmängd, förändrat vattnings- eller gödslingsbehov, sättningar, tjälnings- eller uppfrysningsfenomen, hade iakttagits.

Slutligen ställdes två tekniska frågor, rörande anläggningens funktion, dels om det hade förekommit läckage på slangar och kopplingar, dels om det förekommit några fel eller haverier på värmepumpen.

I det följande skall de inkomna och bearbetade svaren presenteras, med diskussion av erhållna svar och försök till förklaring av iakttagna förändringar. Som avslutning diskuteras några åtgärder, som redan med denna enkät som utgångspunkt, skulle kunna vidtas.

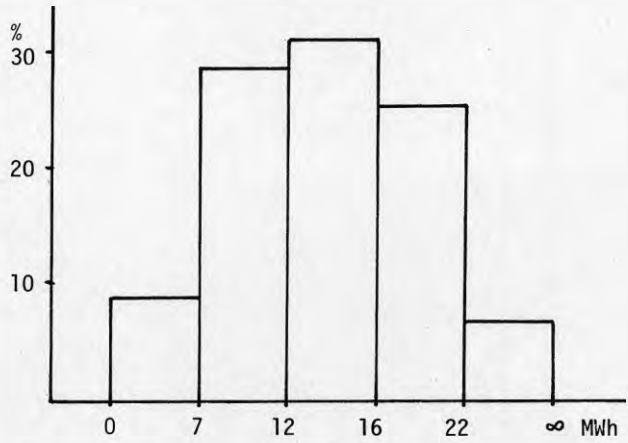
4 FASTIGHETEN

4.1 Total energiförbrukning

I 115 enkäter saknas uppgift om energiförbrukning, varför diskussionen nedan bygger på de kvarvarande 510 enkäterna. 48 enkäter innehåller flera svarsalternativ, vilket innebär att man använder kompletterande värmekällor. I fyra fall har man t o m redovisat tre energikällor; el, olja och ved. Av de besvarade enkäterna, anges i 447 st att el varit energikälla, i 65 st att olja varit energikälla och i 29 att ved eller annat bränsle varit energikälla. Uppenbarligen måste denna fråga vara fel ifylld i åtskilliga fall. Man måste förutsätta, att värmepumpen drivs med elenergi, varför det rätterligen skulle varit 100% elenergiförsörjning.

I några fall kan också misstänkas, att av dem som besvarat frågan med alternativet 'olja' och inte 'el'+'olja', har många angivit oljeförbrukningen före installationen av ytjordvärmeanläggningen. På detta tyder bl a det höga medelvärdet för oljeförbrukning, 4.6 m^3, ett normalt värde för en medelstor eller stor villa. Den statistiska variationsbredden (medelavvikelsen, SD) är också så stor som +-70% av medelvärdet, vilket innebär att de enskilda värdena är spridda inom ett mycket brett intervall.

Då det gäller elförbrukningen framhölls i frågan att den totala elförbrukningen skulle anges. Trots detta har många angivit värmepumpens elförbrukning. I de fall detta noterats i enkätsvaret, har elförbrukningen ökats med schablonsiffran 5,000 kWh/år för hushållsel, men i ett antal fall finns säkert siffror kvar, som enbart gäller värmepumpen. Vid de fortsatta jämförelserna måste alltså förutsättas att dessa felaktiga angivelser är ungefär jämnt spridda över landet.



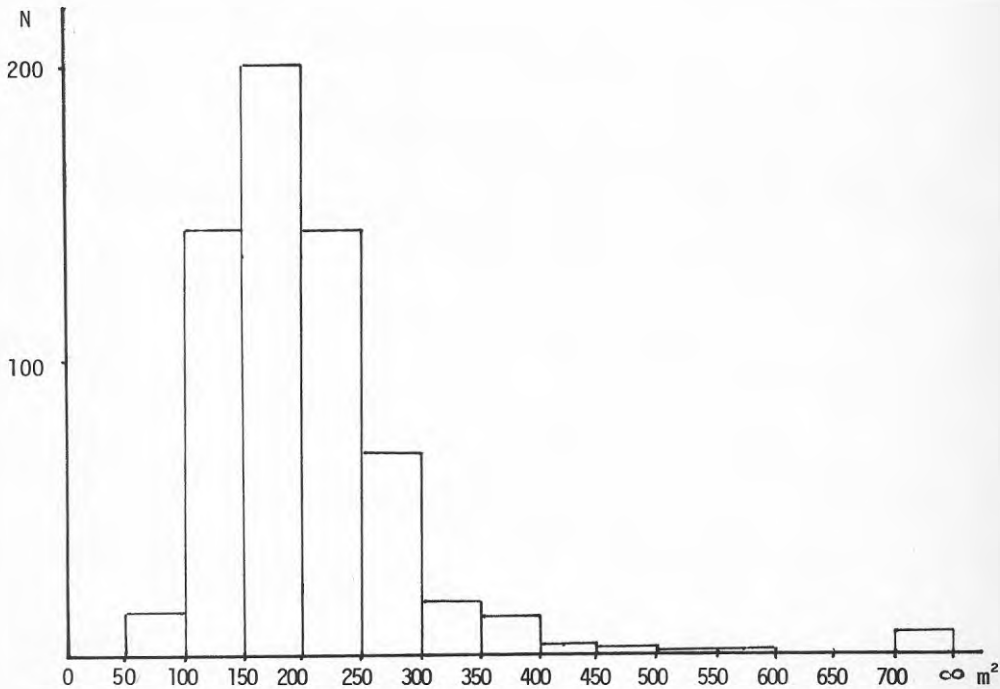
Figur 4.1 Den procentuella fördelningen på olika elförbrukningsklasser.

Som medelvärde för den totala elförbrukningen anges ca 15,300 kWh/år. Värdet måste alltså justeras uppåt, för att ge den riktiga siffran. Enkätsvaren har också delats in i förbrukningsklasser vad avser elenergin, se figur 4.1. Den lägsta klassen, 0-7,000 kWh/år torde i samtliga fall gälla svar, där endast värmepumpens förbrukning angivits. Korrigeras elförbrukningen för detta och för att 20% av svaren i klass 2, 7,000-12,000 kWh/år (gissad siffra), likaså avser värmepumpens elförbrukning, skulle ett riktigare värde på den totala elförbrukningen vara ca 16,200 kWh/år och hushåll. I det följande används elförbrukningen som jämförelsetal och jag måste anta att förhållandet mellan dem, som angivit total el och bara värmepumpsel är likartad i olika delar av landet.

Det är intressant att konstatera, att elförbrukningen i nästan 7% av hushållen ligger över 22,000 kWh/år, trots att man utnyttjar ytjordvärmen!

4.2 Uppvärmd (bostads)yta

För att kunna ställa energiförbrukning och ev. drift- eller miljöproblem i relation till den uppvärmda ytan, ställdes frågan hur stor yta, inklusive källare, garage eller annat biutrymme, som värmdes upp. Trots att det angavs i frågan, har i flera fall inte källare, garage, etc. räknats med, varför medelvärdet för upp-



Figur 4.2 Uppvärmd boendeyta inklusive uppvärmd källare, uppvärmt förråd, garage, etc.

värmd yta blir för lågt. Liksom då det gäller elförbrukningen antas därför, att fördelningen mellan dem som angivit hela ytan och dem, som angivit endast bostadsytan är likartad genom landet. I många fall har man haft lägre temperatur i källare och garage. Hänsyn till detta har inte kunnat tas vid beräkningarna, men detta fel motverkar det föregående felet.

Genomsnittligt är den uppvärmda ytan, med de reservationer som gjorts ovan, 213 m^2 (medeltal av 620 svar). En uppdelning på anläggningar i trädgård, jordbruksmark, resp. vatten, visar medelvärdena 211, 212, resp. 219 m^2. Skillnaderna är inte statistiskt säkra. Inte heller uppdelning på olika fabrikat ger några statistiskt säkra skillnader.

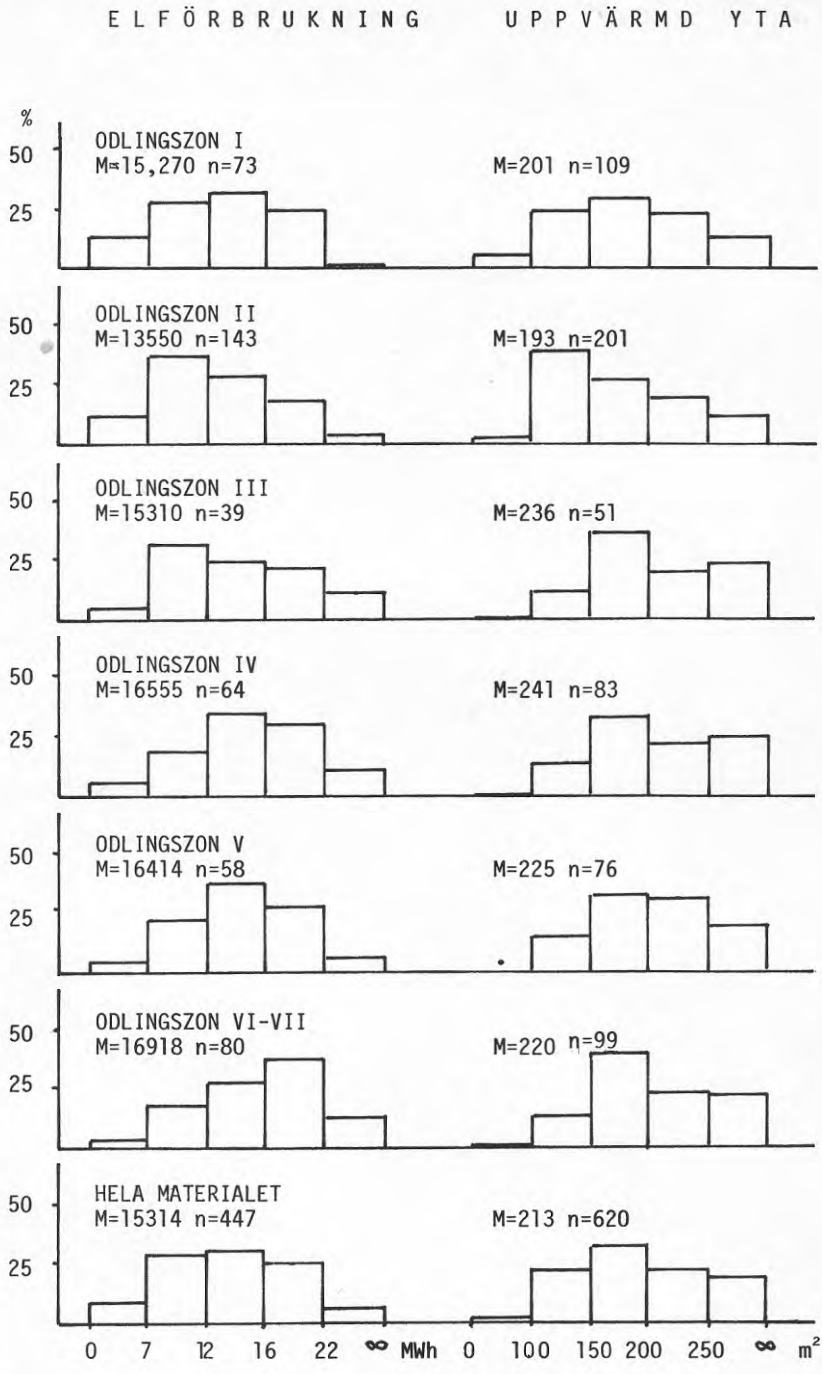
Fördelningen mellan olika storlekar på uppvärmd yta, visas i figur 4.2. De flesta husen ligger mellan 150 och 250 m^2, men ett litet antal mycket stora byggnader (över 700 m^2) ingår också. Det rör sig här normalt om industri- eller kontorsbyggnader.

4.2.1 Uppvärmningsbehov per ytenhet

För att få en uppfattning om hur mycket värme/elenergi, som krävs i olika delar av landet, har materialet delats upp på odlingszoner. Total elförbrukning och storlek på uppvärmd yta, har här räknats om till elförbrukning per m^2 uppvärmd yta för att kompensera för olika husstorlek i olika odlingszoner. Olje- och vedförbrukningen är sett över det hela så liten, att den här helt förbigåtts. Den energimängd, som missas genom detta är procentuellt sett liten och eftersom det dessutom kan misstänkas att många svar redovisar oljeförbrukningen före det att ytjordvärmeanläggningen installerats (jfr avsnitt 4.1), skulle värdena inte bli säkrare om olje- och vedförbrukningen räknades om till kWh elenergi. Jämförelserna visas i tabell 4.1.

I tabellen framgår, att elförbrukningen odlingszonsvis varierar mellan 13,500 och 16,900 kWh/år, medan uppvärmd yta varierar mellan 193 och 241 m^2. Mest energi åtgår, som väntat, i odlingszonerna VI och VII, som i denna tabell slagits ihop. Minst energi åtgår i odlingszon II, där också de minsta husen finns. De i medeltal största husen påträffas i odlingszonerna III och IV, d v s i mellansverige (se figur 1.1 och 4.3). Ser man till den specifika elförbrukningen per m^2 uppvärmd yta, förbrukas minst energi i klimatzon III, 65 kWh/m^2 och år, medan den högsta förbrukningen återfinns i klimatzon VI-VII med 77 kWh/m^2 och år. Det är värt att notera, att elförbrukningen i odlingszon I, d v s södra och västra Skåne samt delar av Västkusten, är nästan lika hög; 76 kWh/m^2 och år!

Om siffrorna korrigeras för hushållsel (5,000 kWh/år samt korrigeringar enligt avsnitt 4.1), kvarstår samma tendens för energiåtgången för att värma upp en m^2 boendeyta. Zonerna II och III har i detta räkneexempel ungefär samma elförbrukning för uppvärmning av en m^2 yta; ca 48 kWh/år och zon I ligger nu närmare förbrukningen i zon V än i zon VI- VII. Av tabell 4.1 framgår alltså, att den specifika elförbrukningen är positivt korrelerad med odlingszonsnummer, men att zon I avviker genom en markant högre energiförbrukning än närliggande odlingszoner och elförbrukningen ligger därmed på samma nivå som i norra Norrlands kustland!



Figur 4.3 Elförbrukning och uppvärmd boendeyta uppdelat på växtodlingszoner. M = medelvärde, n = antal ingående värden

Tabell 4.1 Elförbrukning och uppvärmd yta

Odlingszon	Total el-förbrukn.	Uppvärmd yta	Totalel/m²	Totalel/m², korr *)
Zon I	15,270	201	76.0	56.1
Zon II	13,550	193	70.2	48.9
Zon III	15,310	236	64.9	47.9
Zon IV	16,560	241	68.7	52.4
Zon V	16,410	225	73.0	55.5
Zon VI+VII	16,920	220	76.9	59.2
Totalt	15,310	213	71.9	53.1

*) beräknad elförbrukning för uppvärmning

Orsakerna kan diskuteras, tänkbara möjligheter är sämre isolering, fuktigt vinterklimat eller högre innetemperatur i Skåne och på Västkusten.

I figur 4.3 visas elförbrukning resp. uppvärmd yta fördelat på odlingszoner och indelade i fem klasser. Av figuren framgår bättre hur fördelningen mellan olika elförbrukning och olika uppvärmningsyta varierar mellan odlingszonerna. Här syns tydligt förskjutningen i elförbrukning från klassen 7,000-12,000 kWh/år till klassen 16,000-22,000 kWh/år mellan odlingszon II och VI-VII. Syd- och sydvästsverige avviker fortfarande och uppvisar en relativt jämn fördelning mellan klasserna från 7,000 till 22,000 kWh/år, vilket sammantaget ger den höga specifika förbrukningen.

Vad gäller variation i husstorlek, så är skillnaderna mellan olika odlingszoner inte så stor. Zon II avviker dock genom dominans av små hus; de flesta i klassen 100-150 m². En möjlig förklaring till detta är, att en stor andel av de 88 hushåll i Surte, som utrustats med ytjordvärmeanläggningar finns med i enkäten. Dessa hus ligger inom detta intervall.

4.3 Ytjordvärmens andel av värmebehovet

I de allra flesta fallen står ytjord/sjövärmeanläggningen för hela värmebehovet, eller en mycket stor andel av det. Undantaget anges ofta vara det lilla tillskott av elenergi, som behövs under mycket kalla perioder. I tabell 4.2 redovisas den procentuella fördelningen mellan olika värmeförsörjningsgrad.

Tabell 4.2 Anläggningens bidrag till värmebehovet

		Antal	%
Försörjningsgrad	0 - 75%	16	2.7
"	76 - 90%	35	5.8
"	91 - 95%	29	4.8
"	96 - 99%	11	1.8
"	100%	511	84.9
	Totalt:	602	100.0

4.4 Hur är vattenförsörjningen löst?

Avsikten med en fråga om vattenförsörjningen var att klarlägga risken för att läckage på slangar eller kopplingar i marken, skulle kunna förorena dricksvattnet. Materialet redovisas i tabell 4.3. Tabellen innehåller, förutom siffror för undersökningen totalt, även materialet uppdelat på anlägngingar som helt eller delvis ligger i trädgård, i jordbruksmark, eller i sjö/vattendrag.

Tabell 4.3 Vattenförsörjning

	Totalt		Anläggning helt eller delvis i: Trädgård		Jordbruk		Vatten	
Kommunalt vatten	419	67.3%	314	80.5%	75	38.8%	37	72.5%
Egen brunn	199	31.9%	81	20.7%	110	56.9%	11	21.5%
Annan brunn	15	2.4%	4	1.0%	11	5.6%	3	5.8%
På annat sätt	1	0.1%	1	0.2%	-	-	-	-
Totalt:	634	101.7%	400	102.4	196	101.3	51	99.8
Antal enkäter med 2 alternativ	12		10		3		-	

Då två svarsalternativ givits, gäller kombinationen kommunalt vatten och egen brunn. I ett enkätsvar har angivits att kommunalt vatten används i hushållet och egen brunn i ladugården. I ett annat svar används det egna vattnet i trädgården. I några fall har angivits, att man är ansluten till en för byn gemensam brunn (förs till 'annan brunn'), eller till vattenledningsförening (förs till 'kommunalt vatten').

Det är intressant att konstatera, att ca 1/3 av de tillfrågade har möjlighet att ta vatten från brunn. Detta innebär i sin tur, att risken för att konsumtionsvatten skall förorenas av t ex glykol vid ett slangbrott inte kan negligeras. I sex fall har läckage inträffat hos användare, som också har egen brunn. Inte i något fall har dock angivits att vattnet tagit skada. Ett enkätsvar redovisar att en sättningsskada primärt orsakat ett slangbrott, vilket följdes av 4-5 nya brott när maskinsökning efter läckan gjordes. Trots dessa läckage kunde inga effekter på vegetation eller vatten iakttas. Brunnen, som ligger i närheten av anläggningen är försedd med filter. I minst ett rapporterat fall, vilket inte ingår i denna enkät, har glykol konstaterats i flera närliggande brunnar efter läckage i slangsystemet.

Ser man till fördelningen inom gruppen 'trädgård' är det naturligt, att procentandelen med kommunalt vatten blir hög, men även inom sjövärmegruppen finner man en högre procentandel med kommunalt vatten än i undersökningen som helhet. I den grupp, där slangarna helt eller delvis ligger i jordbruksmark har 57% tillgång till egen brunn, medan motsvarande siffra för trädgårdsanläggningarna är 21%. Denna fördelning är logisk, eftersom många anläggningar på jordbruksmark finns på landsbygden. Ett antal anläggningar finns dock i tätbebyggelseranden, där det finns tillgång till kommunalt vatten.

5 VÄRMEANLÄGGNINGEN

5.1 Ingående fabrikat

Som inledningsvis redan nämts, dominerar Thermia-Verken kraftigt, genom att vi fick tillgång till en sammanställning över adresser till personer, som köpt deras utrustning åren 1980-81. I tabell 5.1 redovisas det antal anläggningar av olika fabrikat, som angivits i enkätsvaren. Endast fabrikat, som tagits med i Holmqvist (1983) redovisas med namn, medan andra fabrikat slagits ihop till gruppen 'övriga'.

Tabell 5.1 Ingående fabrikat

Tillverkare	Ev. typ	Antal	%
AB Thermia-Verken	JBC400, DUO	487	84.1
Industriell Värmeteknik AB	IVT	25	4.3
Osby Völund AB		22	3.7
Thorvent Värmeindustri AB		11	1.8
Cinab Energi AB	VM-värme, Cinab	6	1.0
M.M.A. Värmepumpar AB	Reindls	4	0.6
Totalinstallatör EVV AB	TeknoTerm	3	0.5
Ekopak Energi AB		2	0.3
Ahlsell Värmeekonomi	Combi	2	0.3
Leroy Somer AB	Geoterm	2	0.3
F:a Anders Backlund		2	0.3
Lumatic Företagen	Cold to Heat	1	0.1
Aqua-term		1	0.1
Sonessons kyl AB		1	0.1
Debe pumpar AB	GM	1	0.1
Övriga		6	1.0
Egen tillverkning		3	0.5
Ej svarat		45	-

Av de 45 som inte svarat har många givit svaret 'vet ej'! Inom värmepumpsområdet förekommer ofta att företag byter namn och i flera av fallen ovan har jag måst gå efter Bostadsstyrelsens diarienummer vid anmälan om typgodkännande (se Holmqvist 1983). Betr. VM-värme angavs i ett av enkätsvaren, att VM-värme nu övergått till att heta Cinab. På samma sätt har Reindls Värmepumpar övergått till M.M.A. Värmepumpar AB. Vidare förekommer typer av anläggningar, vilka inte längre säljs, t ex Ahlsells Combi.

Det bör anmärkas att flertalet tillverkare har anläggningar med olika effekt.

5.2 När installerades anläggningen?

Eftersom vi fått tillgång till adresser för åren 1980-81 från Thermia, så är dominansen av dessa årgångar mycket stor. För att få mer jämförbara värden, valdes också dessa år ut på länsbostadsnämnderna, tillsammans med åren runtomkring. Tabell 5.2 visar fördelningen på anläggningsår för samtliga anläggningar. I medeltal har anläggningarna installerats i oktober 1980 och de

tre vanligaste typerna Thermia, IVT och Völund skiljer sig inte så mycket. Thermia har i medeltal installerats i augusti 1980, IVT i mars 1981 och Völund i januari 1981. Däremot avviker gruppen 'övriga' med medelanläggningsdatum augusti 1982.

Tabell 5.2 När installerades ingående anläggningar?

	Antal	%
T o m 1977	11	1.8
1978 - 79	65	10.5
1980	365	59.0
1981	154	24.9
Efter 1981	24	3.9
Totalt	619	

5.3 Vem äger anläggningen och till vad används den?

99.5% av alla enkäter anger att anläggningen är egen (609 svar), två anger att anläggningen är samägd med granne och tre att anläggningen ägs av samfällighet. Då är att märka, att i två av enkäterna har två svarsalternativ givits, varför det i praktiken endast är tre anläggningar som inte ägs av nyttjaren. I ett fall anges i kommentar att det 'gemensamma' består i gemensamt slangdike men dubbla slingor. Dessa anläggningar ligger i tidigare åkermark.

Det kunde förmodas, att de flesta anläggningarna skulle användas till såväl uppvärmning av hus som till tappvarmvatten. För att kontrollera om denna förmodan var riktig, ställdes frågan till vad anläggningen användes. Som väntat var det en mycket kraftig majoritet, som hade alternativet uppvärmning + varmvatten. 616 enkätsvar, motsvarande 99% av de besvarade enkäterna, angav detta alternativ. Endast ett enkätsvar angav att anläggningen användes enbart för varmvatten och fem enbart för uppvärmning. I tre fall har frågan inte besvarats.

5.4 Kompletterande uppvärmningssystem

Av de 625 enkätsvaren, är det bara i ett, som det inte finns uppgift om eventuellt kompletterande uppvärmningssystem. I sex enkätsvar ges flera svarsalternativ vilket innebär, att man haft två kompletteringssystem förutom ytjordvärmen/sjövärmen. Av tabell 5.3 framgår fördelningen på olika svarsalternativ.

Kombinationen med elpatron eller direktverkande el har inte tagits upp separat i tabellen, utan ingår i gruppen 'enbart ytjordvärme'. Orsaken är, att denna kombination som regel är reservvärmekälla vid låga temperaturer. De siffror som redovisas här, skall jämföras med dem under avsnitt 4.1 (energiförbrukning), där olja anges som komplement till el i 65 fall mot 17 ovan, och ved + annat i 29 fall mot 10!

Tabell 5.3 Typ/typer av uppvärmningssystem

	Antal	%
Enbart ytjordvärme	532	85.2
Ytjordvärme i kombination med:		
luftvärme	9	1.4
olja	17	2.7
ved e dyl	10	1.6
takkollektor e dyl	7	0.3
vatten eller enbart vattenvärme	53	8.4
Annan kombination	2	0.3
Totalt:	630	100.7

Av dem, som redovisar kombination med luft, anges i tre enkäter att värme tas från ladugård eller stall, medan en användare har ventilationsluft som värmekälla. Övriga inom denna grupp har inte angivit vilken typ av luft, som använts men sannolikt rör det sig i de flesta fallen om ventilationsluft.

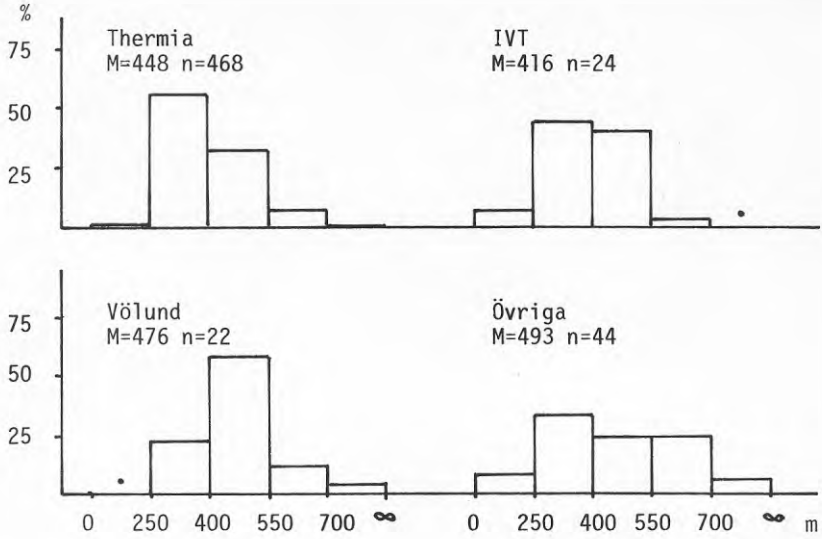
5.5 Anläggningens uteffekt

Genom dålig formulering av frågan om anläggninens effekt, har många angivit anläggningens strömförbrukning. Uteffekten har endast angivits korrekt i ca 190 enkäter. Eftersom JBC400 har uteffekten 10.5 kW och flera av de andra fabrikaten 12 kW, ligger drygt 84% av anläggningarna i intervallet 10-13 kW. För anläggningar, där uteffekter under 10 kW angivits, kan misstänkas att värdena egentligen avser elförbrukningen (2.6% av svaren). Inom klassen 14-20 kW återfinns 26.3% och inom klassen över 20 kW 2.1%. Inom den senare klassen återfinns t ex DU025 eller serier av JBC400.

5.6 Slanglängd

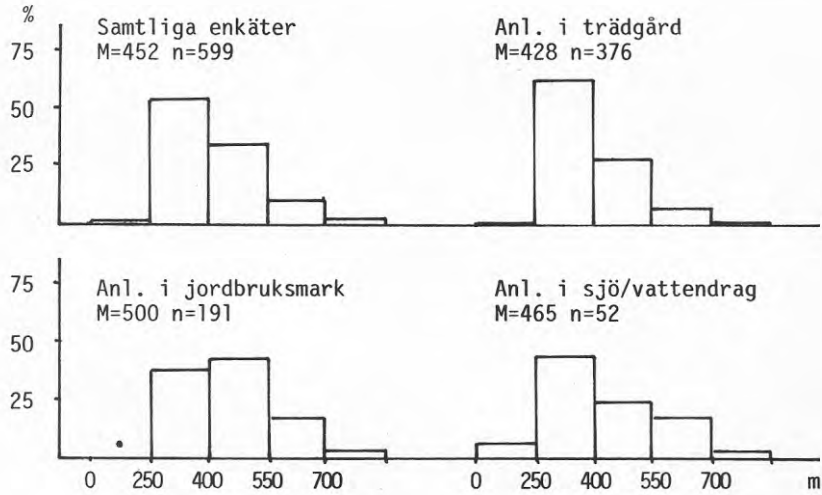
De flesta ytjord/sjövärmeägarna vet hur långa slangar de har, endast 26 enkäter saknar svar på denna fråga. Medelslanglängden är 452 m, men variationsvidden är stor. Storleken på energiuttaget ur marken bestämmer omfattningen av den försening av växternas utveckling på våren, som konstaterats av bl a Troedsson et al. (1982). Därför var det av intresse att lite mer i detalj studera slanglängd i förhållande till olika parametrar. De parametrar som studerats, är typ av anläggning, jordart, 'marktyp' (trädgård, jordbruk, vatten) samt odlingszon.

Figur 5.1 visar fördelningen på olika längdklasser för de tre vanligaste fabrikaten, samt 'övriga'. I figur 5.2 visas motsvarande bild för anläggningar som helt eller delvis ligger i trädgård, jordbruksmark eller sjö/vattendrag samt i undersökningen som helhet, i figur 5.3 har materialet delats upp på jordart och i figur 5.4, slutligen, på de olika växtodlingszonerna. Då anläggningarna ofta ligger i två eller flera jordarter, har dessutom beräknats 'inblandningen' av andra jordarter. Den 'renaste' gruppen är lera/mjäla, främst beroende på att lerorna dominerar så starkt i materialet att andra jordarter, procentuellt sett, 'försvinner'.



Figur 5.1 Slanglängder för Thermia, IVT, Völund samt övriga

Av tillverkarna dominerar hos Thermia längdklassen 250-400 m, medan medellängden är 448 m. Att medelvärdet är större än dominerande klass visar, att det finns en avsevärd andel långa slangar. IVT har en mer jämn fördelning mellan klasserna 250-400 och 400-550, medan medellängden är lägre än hos Thermia; endast 416 m, vilket visar att andelen långa slangar är lägre , samtidigt



Figur 5.2 Slanglängder för anläggningar helt eller delvis i trädgård, jordbruk eller vatten, samt för samtliga anläggningar

som procentandelen i klassen upp till 250 m är större. Völund har klart flest anläggningar inom klassen 400-550 m och medelvärdet 476 m. Det högre medelvärdet beror på längre slangar och frånvaron av korta. Övriga fabrikat, slutligen, har det högsta medelvärdet; 493 m, men en jämn fördelning mellan de tre längdklasserna 250-400, 401-550 och 551-700 m.

Ju längre slangarna är i förhållande till uttagen effekt, desto mindre torde risken för allvarliga förskjutningar i växternas tillväxt, blomning och fruktsättning vara.

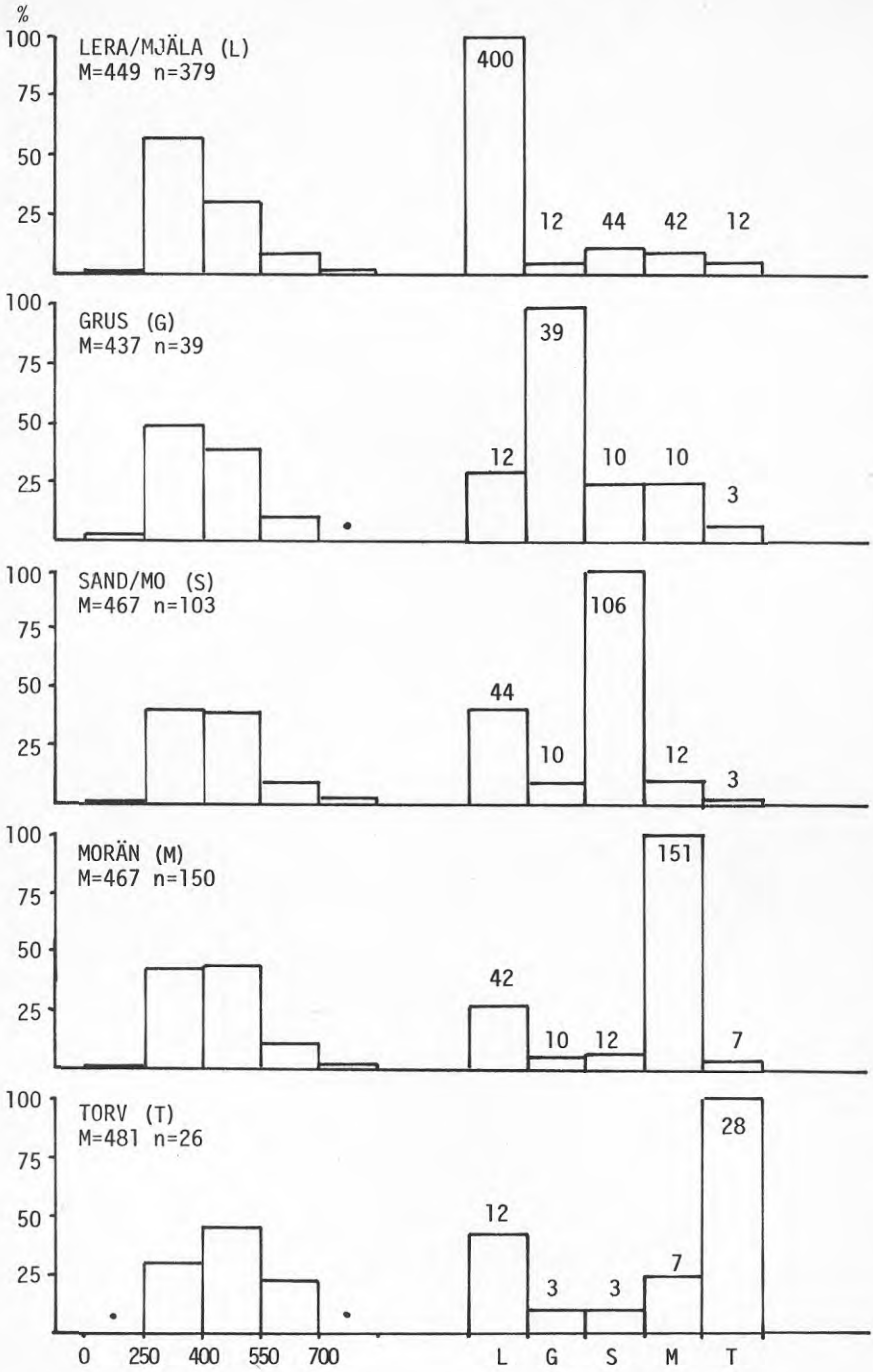
I trädgårdsanläggningar dominerar längdklassen 251-400 m starkt (drygt 60%) och medellängden är 428 m. Även de vattenförlagda slangarna visar samma fördelning som trädgårdsanläggningarna, men medellängden är 465 m. Det hade kanske varit naturligt, att dessa ledningar skulle vara längre, eftersom man måste räkna med längre till- och frånledningar. Detta märks alltså inte speciellt tydligt i materialet. Sjö/vattendragsförlagda ledningar skall dock inte ses i samma sammanhang, eftersom det här gäller att ta energi ur ett medium, som hela tiden rör sig förbi kollektorerna m e m snabbt, inte ur ett en gång för alla laddat förråd.

De längsta slangarna finns i anläggningar helt eller delvis i jordbruksmark. Dominerar gör här längdklassen 401-500 m och medellängden är så hög som 500 m. Här har vi antagligen dels att göra med längre till- och frånledningar, dels finns det gott om utrymme att lägga ut slangarna på, varför man inte behöver snåla med slanglängden. Som en konsekvens av detta blir belastningen per ytenhet mark lägre än i trädgårdarna, varför miljöpåverkan borde bli mindre i jordbruksmarken än i trädgårdarna. Detta motverkas dock något av att gruppen 'jordbruksanläggningar' har högre elförbrukning, se tabell 5.2. Dessa förhållanden skall diskuteras mer ingående i avsnitt 7.1.1. Skillnaden i slanglängd mellan jordbruksmark och trädgård är statistiskt signifikant.

Vad gäller jordartssammansättningen i den mark, som använts att lägga slangarna i, är det intressant att konstatera om tillverkarna/entreprenörerna tagit hänsyn till, att olika jordarter är olika effektiva, att binda värmeenergi. Som tidigare nämnts, är lera och torv de mest effektiva, då de kan hålla höga vattenhalter. På motsvarande sätt är grus sämre som värmelager, medan sand är något mindre dåligt. Moränen kan variera så mycket i sammansättning, att det är svårt att ge ett någorlunda rättvisande mått på den värmehållande förmågan, men i allmänhet torde moränen vara bättre än sand/mo, men sämre än lera.

Av figur 5.3 framgår, att detta resonemang inte återspeglas i slanglängderna i resp. jordart. Slanglängden i grus är den i medeltal kortaste, medan den i torv är längst, alltså tvärt om vad man skulle kunna förmoda vore nödvändigt! Trots de förhållandevis stora skillnaderna är siffrorna inte statistiskt signifikant skilda, på grund av den stora variationsvidden i materialet (standarddeviationen hos gruppen 'lera/mjäla' är t ex hela 40% av medelvärdet!).

Vi har redan tidigare konstaterat, att husstorleken inte skiljer sig så mycket mellan olika delar av landet, men att elförbrukningen ökar, vilket torde innebära, att värmeuttaget ur marken också ökar. Om inte slanglängderna i södra delen av landet är överdimensionerade, borde slanglängden öka successivt när vi går

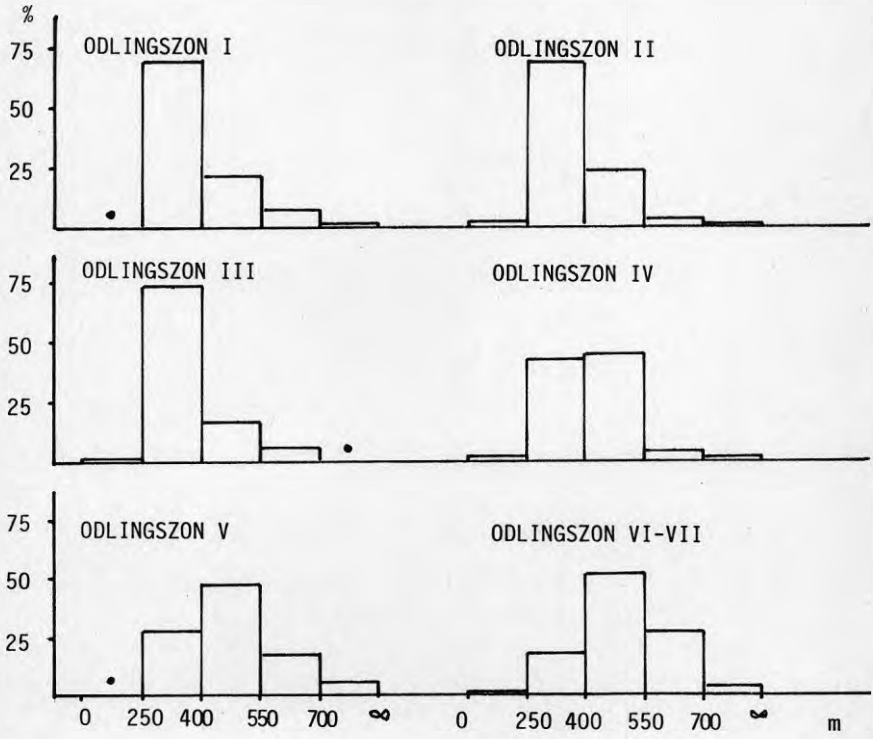


Figur 5.3 Slanglängd uppdelat på läggningsjordart. Dessutom anges inblandningen av andra jordarter i klassen

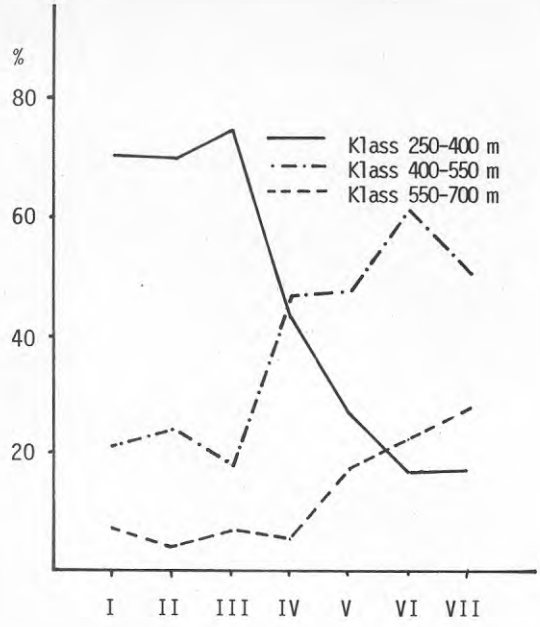
genom landet odlingszonsvis. Figur 5.4 visar att medellängden är minst, 402 m i zon II och störst, 545 m i zon VII. Längdskillnaderna är statistiskt signifikanta. Det förefaller alltså som om vår hypotes stämde i stort.

I figur 5.5, har den procentuella andelen av de olika längdklasserna avsatts mot odlingszon, varvid förändringarna framträder tydligare. I odlingszonerna I - III är förhållandena likartade, med en kraftig dominans av längdklassen 251-400 m på i allmänhet 70% av antalet anläggningar. Längdklassen 401-550 m ligger på 20% och klassen 551-700 ligger omkring 5%. I odlingszon IV ökar plötsligt klassen 401-550 till omkring 50%, där procentandelen sedan ligger kvar ända upp i zon VII. Samtidigt minskar den kortare längdklassen till 40% och fortsätter sedan att minska mot högre odlingszon, medan längdklassen 551-700 m ökar från 5% i zon IV till 20% i zon V och till nära 30% i zon VII.

Det kan också vara av intresse att studera 'belastningen' på varje längdenhet av slangen. Ju lägre 'belastning' desto mindre risk för miljöpåverkan. Detta kan göras genom att jämföra slanglängd och elförbrukning (om hushållselen räknats bort). Erhållna värden redovisas i tabell 5.2.



Figur 5.4 Slanglängd uppdelat på odlingszon



Figur 5.5 Den procentuella andelen av resp. slanglängdsklass i förhållande till odlingszon

Tabell 5.2 Relativ belastning på slangar

	Total elför- brukn (korr) 1)	slanglängd	kW el/m slang	kW värme/m slang 2)
Zon I	11,280	427	26.4	66.0
Zon II	9,440	402	23.5	58.7
Zon III	11,300	413	27.4	68.4
Zon IV	12,630	458	27.6	68.9
Zon V	12,490	522	23.9	59.8
Zon VI-VII	13,024	535	24.3	60.9
Trädgård	11,100	428	25.9	64.8
Jordbruk	11,940	500	23.9	59.8
Totalt	11,310	452	25.0	62.6

1) omräknat efter tabell 4.1
2) beräknat på värmefaktorn 2.5, som gäller de vanligaste typerna av anläggningar (Holmqvist 1983)

Tabellen visar på det intressanta förhållandet, att anläggningar i zonerna I, III och IV tar ut mest energi ur marken, medan belastningarna i zonerna II, V och VI-VII samtliga ligger under medelvärdet för landet. Som hypotes skulle man således kunna

ställa upp, att påverkan på växter ovanför och i närheten av slangarna skulle vara mindre i de senare zonerna än i de tidigare. I avsnitt 7.1 skall denna hypotes prövas.

5.7 Använd antifrysvätska

De fryspunktsnedsättande tillsatser, som används tillsammans med vatten i anläggningar av nu aktuella typer, anses i många fall vara potentiella miljöförorenare. De ämnen som används mest, är olika typer av glykol (etylenglykol, propylenglykol), men även andra tillsatser förekommer. I några anläggningar används freoner (fluor-kolföreningar) i stället för vattenblandningar.

Både freon och glykol kan påverka miljön. Freon kan komma upp i atmosfären och där bidra till nedbrytning av ozonskiktet, vilket ökar den ultravioletta strålningen. Detta leder bl a på sikt till en ökning av frekvensen hudcancer. Freon har i åtskilliga länder förbjudits som drivgas i sprayer, men förekommer i stora mängder i kylskåp, frysar, värmepumpar, klimatanläggningar och liknande. Glykol är giftigt och markutsläpp kan förgifta närliggande brunnar. Propylenglykol anses som mindre miljöfarlig ("giftfri glykol") än den vanligare etylenglykolen.

Freon används som värmebärare i värmepumpen, men vissa anläggningar har freon även i jordvärmeslingan. Fördelningen mellan olika typer av värmebärare, redovisas i tabell 5.3.

Tabellen visar den totala dominansen av glykol/vattenblandningar i ytjord- och sjövärmeslangarna. De flesta användarna vet inte vilken typ av glykol, som används, men av dem, som angivit typ fördelar sig 75% på etylenglykol och 25% på propylenglykol. Intressant att konstatera är dock, att propylenglykol dominerar i vattenvärmesystemen och etylenglykol i jordbruks- och trädgårdsanläggningar. Två tillsatser med relativt låg giftighet är alkoholer (t ex etanol) och salt (koksalt). De förekommer tillsammans i 2.1% av anläggningarna. De som mindre giftiga ansedda ämnena propylenglykol, alkohol och salt används i 13.5% av sjövärmeanläggningarna mot bara 4.5% i ytjordvärmeanläggningarna!

Tabell 5.3 Använt värmebärarmedium i ytjordslangarna

	Totalt	Anläggningar helt eller delvis i:		
		Trädgård	Jordbruk	Vatten
Vatten + glykol (tot)	95.7%	95.6%	97.7%	94.0%
därav: propylenglykol	3.7%	3.1%	3.1%	7.8%
etylenglykol	10.0%	11.0%	8.3%	-
Vatten + alkoholer	1.8%	0.9%	1.5%	5.8%
Saltlösning	0.3%	0.5%	-	-
Vatten + övrigt	0.5%	0.7%	0.5%	-
Freoner	1.1%	1.8%	-	-
Summa enkätsvar	606	51	191	380

Freon används i 1.1% av anläggningarna, men förekommer alltså "internt" i värmepumparna (se vidare avsnitt 7.2).

I kommentarerna till frågan om använd värmebärare anges i ett av svaren: "känner två som har sprit, men den dunstar och måste fyllas på varje år". Kommentaren gäller ytjordvärmeanläggning.

5.8 Ägarna vet ofta inte var slangarna är nedgrävda

Vid grävningsarbeten är det nästan nödvändigt att veta var ytjordvärmeslangarna är nedgrävda. Risken för avgrävning är annars överhängande. Bland enkäterna rapporteras i fem fall slangbrott genom avgrävning. Detta bör normalt inte förekomma om slanglägena är kända. Orsaken var vid ett av tillfällena att slangen grävdes av i samband med justering av slangläget. Av de övriga fallen, anges i ett fall endast att slangen grävdes av och att 25 l glykolblandat vatten rann ut. I ett annat fall grävdes slangen av i samband med att man byggde en lekplats (slangen ligger nedgrävd i samfälld mark). I ett tredje fall grävdes slangen av i samband med stopp i avloppsledningen. De tre sistnämnda fallen, vilka inträffat under perioden oktober 1980 - november 1983, måste karakteriseras som onödiga. I de aktuella fallen fanns slangkarta i samtliga fall! Skall man dra någon mer långtgående slutsats av detta, så kan det vara att risken för avgrävning ligger på omkring 0.2% per år.

Tabell 5.4 visar fördelningen mellan enkätsvar som anger att slangkarta, som exakt visar var slangarna ligger, finns och enkätsvar som anger att slangkarta inte finns. Materialet har också delats upp på aggregat av Thermias tillverkning och övriga aggregattyper. Med reservation för, att gruppen 'övriga' är knappt 20% av gruppen 'Thermia', visar siffrorna att det är nästan dubbelt så vanligt att slangkarta saknas för gruppen 'övriga' som för 'Thermia'. I flera fall anges att slangarna endast ritats in ungefärligt eller skissartat och i några fall har endast skarvar mätts in.

Tabell 5.4 Finns slangkarta som exakt visar slangarnas läge?

	Ja		Nej		Summa
Totalt	341	(61%)	222	(39%)	563
Thermia	308	(65%)	166	(35%)	487
Övriga	33	(37%)	56	(63%)	92

6 MARK OCH VÄXTLIGHET

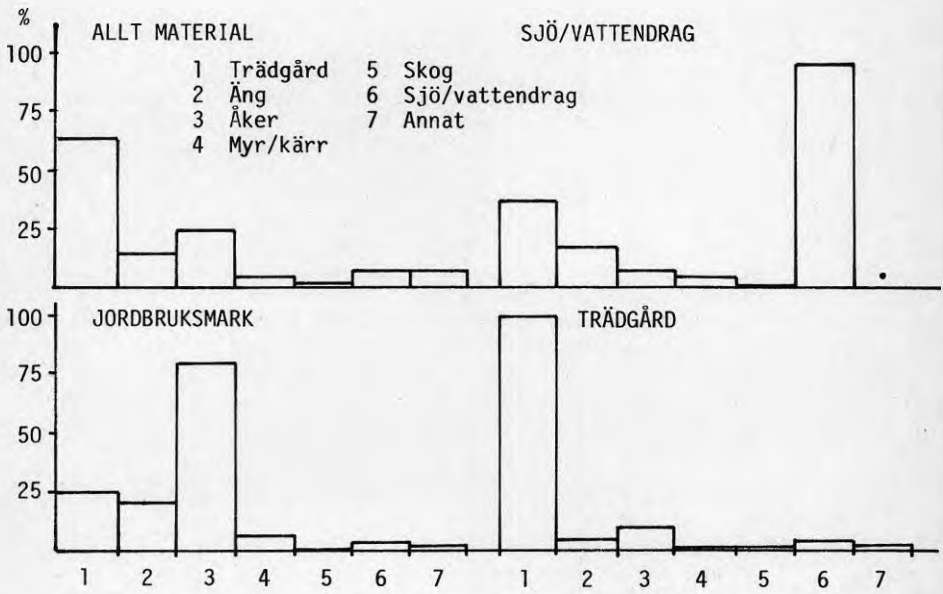
6.1 Vems mark används?

Då det gäller placeringen av slangarna, har den egna marken inte samma dominans som det egna ägandet. 479 enkätsvar anger, att slangarna ligger i egen mark, 90 svar anger annans mark eller allmänning och 43 svar att anläggningen låg både på egen och annans mark/allmänning. Då det gäller 'annans mark eller allmänning' rör det sig ofta om åker- eller betesmark och i minst fem fall också om kommunägd mark (jfr tabell 6.1). Två svar vardera ges för arrende, servitut och samfällighet. Under samma rubrik hamnar också vissa anläggningar i vatten, där vattnet är samfällt.

När det gäller ägarfärhållandena på den egna tomten, har endast fyra av 561 angivit att tomten disponeras med tomträtt. Tabell 6.1 visar fördelningen mellan anläggningar helt eller delvis i trädgård, jordbruksmark och vatten.

Tabell 6.1 Ägarskapsförhållanden

Anläggning i:	Egen mark	Annans mark	Egen tomt	Tomträtt
Trädgård	370	60	376	2
Jordbruksmark	156	59	164	2
Vatten	31	12	-	-



Figur 6.1 Mark/markanvändning i slangläggningsområdet

6.2 Mark/markanvändning där slangarna är placerade

I enkäten gavs alternativen trädgård, äng, åker, myr/kärr, skog och 'annat'. Senare har ur 'annat' brutits ut anläggningar i vatten. I gruppen 'annat' har hamnat udda mark/markanvändningstyper som allmän gräsmatta, råmark, gårdsplan, bangård, m.m.

I 610 enkätsvar har denna fråga besvarats. I många fall anges flera markanvändningar, varav i ett antal fall mer än två olika markanvändningar. I figur 6.1 visas den procentuella fördelningen på de olika mark/markanvändningstyperna totalt, samt uppdelat på anläggningar i trädgård, jordbruksmark samt vatten.

Som väntat dominerar gruppen 'trädgård' starkt (64%), men även grupperna 'åker' (26%) och 'äng' (15%) är vanliga. De senare två alternativen ingår i redovisningsgruppen 'jordbruksmark'. Att myrar och kärr inte använts mer, beror säkert på att de sällan finns inom sådan avstånd från husen, att det lönar sig att dra dit ledningar, trots att de kan magasinera mycket värme. I skog lägger inte heller många sina slangar, beroende på svårigheten att gräva där det finns mycket rötter. Trots detta har 'skog' markerats i 2% av enkäterna!

De, som har sin anläggning helt eller delvis i trädgården, tillfrågades också om trädgården redan var uppvuxen då slangarna lades ned, eller om nedläggningen skedde i samband med att trädgården anlades. De uppvuxna trädgårdarna dominerar och omfattar 68% av anläggningarna, medan de nyanlagda trädgårdarna omfattar 32%. Detta bör innebära, att en merpart av anläggningarna gjorts för att kunna övergå från annan uppvärmning, sannolikt med olja, till ytjord/sjövärme. Detta antagande stöds av, att många i fråga 6 angivit att de tidigare förbrukat en viss mängd olja. En del har också fortfarande kvar oljeeldningen som alternativ eller extra tillskott.

6.3 Typ av jord där slingorna ligger

Vi har redan tidigare snuddat vid denna fråga, då 'jordtyp' ingår som indelningsgrund i figur 5.3. Orsaken till att jordtypen tillmäts betydelse är, att olika jordar har olika egenskaper och därmed också borde orsaka olika effekter på miljön närmast anläggningen. Tidigare har diskuterats de olika jordarnas energihållande förmåga och här hänvisas alltså bara till avsnitt 5.6. Beroende på bl a kornstorlek, innehåll av organiskt material m m, kan jordarna delas in i kohesionsjordar och friktionsjordar. I denna undersökning hittas kohesionsjordarna i grupperna 'lera/mjäla' och 'torv'. Bägge dessa jordartsgrupper är sättningsbenägna, medan de andra grupperna räknas till friktionsjordarna och är inte sättningsbenägna. Lera/mjäla har dessutom den egenskapen, att de kan spricka om de torkar ut ('torksprickor'). Moränen är normalt en blandning av många olika kornstorlekar, varför egenskaperna i moränen kan variera.

Förutom dessa 'naturliga' jordarter har även grupperna 'fyllnadsmassor' och 'annat' tagits med. Fyllnadsmassor anges som jordtyp i två enkäter, medan 'annat' anges i sju fall och i de flesta fallen rör det sig här om slangar nedlagda i sjösediment (räknas i de andra frågorna till gruppen 'vatten'). Tabell 6.2 visar fördelningen mellan olika jordartstyper.

Tabell 6.2 Ingående jordartstyper

	Antal	%		Antal	%
Lera/mjäla	399	67.7	Torv	28	4.7
Sand/mo	106	17.9	Fyllnadsmassor	2	0.3
Grus	39	6.6	Annat	7	1.1
Morän	152	25.8			
			Totalt:	733	124.1

Som framgår av tabellen, ligger åtskilliga anläggningar i flera jordartstyper, vilket redan visats i figur 5.3.

Det är att vänta att skador av typen 'torksprickor' och sättningar skall vara vanligare i gruppen 'lera/mjäla' än i de övriga, medan uttorkning bör vara vanligare i grupperna 'sand/mo' och 'grus'.

Jordarternas procentandelar i de olika odlingszonerna har också beräknats. Det kan vara av intresse att känna till dessa förhållanden, då det gäller att bedöma rapporterade miljöeffekter. Några klara trender i materialet finns inte men det finns en tendens till mindre lera/mjäla och mer morän i norr. Trots detta förekommer mycket moränmark i zonerna III och IV (många enkätsvar från Småland!?) och mycket lera i zon V.

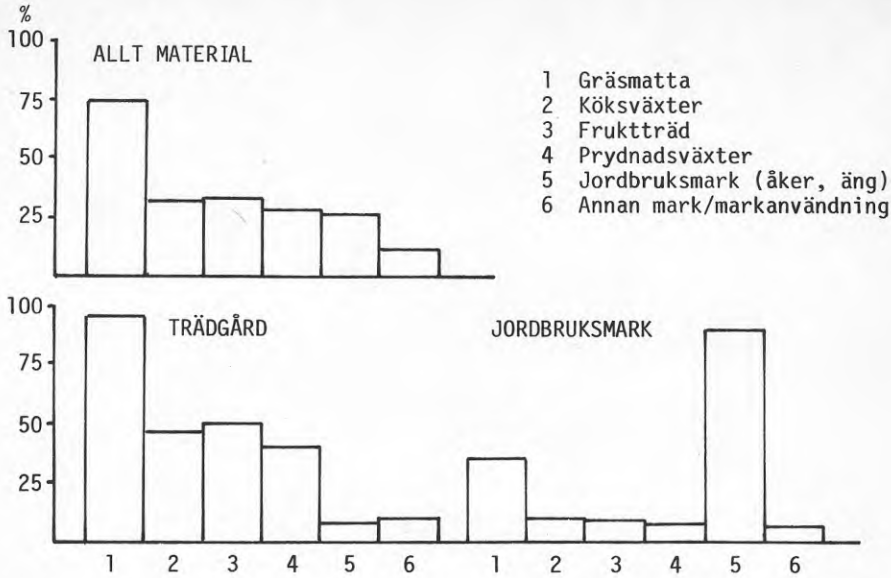
6.4 Vad växer ovanför slangarna?

I denna fråga gavs svarsalternativen gräsmatta, köksväxter, fruktträd, prydnadsväxter och annat. Ur gruppen 'annat' har jordbruksmark/bete och ruderatmark brutits ut i efterhand. Trots detta omfattar gruppen 'annat' 75 svar! Gruppen 'ruderatmark' omfattar endast 3 enkätsvar och utgörs av ogräsbevuxen, obrukad mark, medan gruppen 'annat' som regel omfattar olika typer av trädbestånd, anmärkningsvärt ofta anges "björkar".

I figur 6.2 visas fördelningen på de angivna grupperna av växtlighet. Materialet har också delats upp på anläggningar i trädgård och jordbruksmark. Som väntat dominerar gräsmattorna totalt sett, eftersom trädgårdsförläggning är det vanligaste. Dock är att märka att i 3% av trädgårdsanläggningarna, har inte alternativet 'gräsmatta' kryssats för! Av trädgårdsanläggningarna ligger 8% även i jordbruksmark, medan gruppen 'annat' är större; 11%. Här ingår ofta träd av olika typer, både vildväxande och planterade.

I gruppen jordbruksförlagda anläggningar, kommer alternativet 'jordbruksmark, bete, etc' bara upp i 87%, vilket beror på att betesmark, vall, etc. ibland kryssats i rutan för 'gräsmatta' (ca 35% har givit detta svarsalternativ).

Växtalternativen köksväxter, fruktträd och prydnadsväxter ligger i trädgårdsanläggningarna på mellan 40% och 50%. Trots det tar de upp ganska olikstora arealer. Köksväxterna upptar något större areal än prydnadsväxterna, medan arealen för fruktträd är ungefär hälften av den för prydnadsväxterna. Många har valt att inte ange



Figur 6.2 Frekevens i procent av olika typer av växtlighet totalt i undersökningsmaterialet, samt över anläggningar helt eller delvis i trädgård eller jordbruksmark

någon procentsiffra för fruktträden, antagligen beroende på att de oftast står i gräsmattan.

För anläggningarna i jordbruksmark, anges en mångfald av grödor, men potatis, stråsäd (främst korn, men också havre och vete) och bete samt vall/hö återkommer frekvent. Andra typer av grödor är sockerbetor och majs.

Materialet har också delats upp på odlingszoner. Gräsmattorna dominerar hela tiden med mellan 65 och 80%. Fruktträden är näst vanligaste alternativ i odlingszonerna I-III (40-50%), men minskar sedan snabbt och är i odlingszon VI-VII nere i 15%. Även gruppen köksväxter visar en vikande tendens, även om den inte är lika utpräglad. från 48% i zon I till drygt 25% i zon VI-VII. Detta är förhållandet även för gruppen prydnadsväxter som minskar från 38% i zon I till ca 17% i zon VI/VII. Anläggningar i jordbruksmark är något vanligare i zonerna IV-VII än i zonerna I-III. Gruppen 'annat' är klart högst, 20%, i zon IV.

7 OMGIVNINGSEFFEKTER OCH TEKNISKA PROBLEM

7.1 Redovisade omgivningseffekter

Huvudvikten i enkäten skulle ju ligga på frågor om iakttagna omgivningseffekter, varför ett flertal frågor rörde iakttagna effekter på växtlighet, mark, m m. Några av markfrågorna, har behandlats redan tidigare. Om förändringar inträffat på växtligheten frågades om dessa effekter visat sig i försenad växtstart eller blomning, dålig tillväxt eller fruktsättning, missfärgning eller annat. Dessutom frågades om vad som skulle kunna ha förorsakat förändringarna. Utöver detta frågades speciellt om några förändringar eller skador uppträtt på vegetationen i samband med anläggningsarbetet. Frågan om det går att spåra några andra effekter ställdes också och här gavs speciellt alternativet 'daggmasktillgång', eftersom försöken i Mälardalen (Lundkvist, op cit) visat på en stark tillbakagång i daggmaskmängd (figur 7.1).

Frågor ställdes också om behovet av vattning och gödsling. Både ökning och minskning av vattnings- och gödslingsbehovet kunde på teoretiska grunder misstänkas. Slutligen ställdes också ett par frågor om eventuella sättningsskador, samt tjälnings- eller uppfrysningsfenomen.

Av praktiska skäl kunde dessa frågor inte hållas isär vid bearbetningen, eftersom det svarades på ungefär samma saker i olika frågor, oberoende av frågeställningen.

7.1.1 Vegetationseffekter

I tabell 7.1 visas rapporterade vegetationsförändringar uppdelat på materialet som helhet, på jordart, på markanvändningstyperna trädgård och jordbruksmark, samt på odlingszon.

Det är intressant att se på antalet 'positiva' enkätsvar, längst ned i tabell 7.1. Med 'positiv' i detta sammanhang avses, att de svarande inte svarat "nej" eller underlåtit att svara på frågan. I sig, kan alltså det 'positiva' svaret innebära ett fel eller en iakttagen negativ miljöeffekt. I medeltal har 31% givit ett eller flera 'positiva' svar på frågorna. Även om alla alltså inte är av negativ art, är det ändå en hög siffra. Jämför man anmärkningsprocenten för jordarterna med beaktande av att jordartsblandningar ofta förekommer, så är det tämligen klart, att sand/mo och torv ligger klart under lera/mjäla, grus och morän.

Procenten 'positivt' besvarade enkäter är dubbelt så hög bland dem, som har sin anläggning i trädgården (39%), som bland dem, som har sin anläggning i jordbruksmark (20%). Detta har antagligen flera orsaker. En orsak kan vara, att trädgården är mer "hårdbevakad" än jordbruksmarken, varför förändringar lättare noteras där. En annan orsak har berörts tidigare, nämligen den i genomsnitt lägre belastningen per meter slang vad gäller värmeuttag i jordbruksanläggningarna (se avsnitt 5.6).

Om man ser till odlingszonerna, är det förvånande att konstatera, att procenten 'anmärkningar' minskar från söder mot norr, med undantag för zon V, som ligger i samma klass som zon II!

Tabell 7.1 Rapporterade vegetations- och markförändringar

Typ av påverkan:	Totalt	lera/ mjäla	grus	sand/ mo	morän	torv	träd-gård	jord-bruk	Växtodlingszon: I	II	III	IV	V	VI/VII
Gräsmattan grönskar senare	34	25	1	5	6	-	29	2	7	9	3	4	5	6
" grönare än i omgivningen	17	12	1	2	5	1	17	4	4	4	1	2	2	4
" 'randig'	12	5	2	5	1	1	11	2	4	5	1	1	-	1
" missfärgad/torr	6	6	-	1	2	-	6	1	2	11	-	-	3	1
Andra växter grönskar senare	16	15	-	4	2	-	12	4	3	3	2	3	3	2
Längre blomningstid	1	1	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	1	-
Senare blomningsstart	7	5	-	1	2	1	6	1	3	2	1	1	-	-
Dålig tillväxt	9	6	-	2	3	-	7	1	3	1	2	1	-	2
Dålig fruktsättning	7	6	-	3	2	-	7	-	2	2	2	-	-	1
Träd gulnar tidigt	3	2	-	-	1	-	3	-	1	2	-	-	-	-
Rötter skadade vid grävningen	26	19	2	5	6	-	24	1	9	8	4	2	2	1
Träd har dött	5	4	1	1	-	-	4	-	2	1	1	-	1	-
Senare snösmältning	10	5	-	3	4	-	8	3	2	3	1	1	1	1
Längre tjälningsperiod	27	21	1	4	5	-	21	5	5	8	-	3	6	5
Uppfrysning	14	9	-	-	3	-	7	4	1	7	1	1	3	1
Isbränna	2	2	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	1	1
Vågor i marken/gräsmattan	21	18	-	2	1	-	19	3	7	5	3	1	1	4
Torksprickor i marken	7	5	-	-	3	-	5	3	1	4	-	-	1	1
Jorden bättre	3	2	-	1	1	-	3	1	-	2	-	1	-	-
" sämre	1	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-
" torrare	3	1	-	1	-	-	1	1	-	-	-	1	1	-
" våtare/vattensjuk	4	4	-	1	-	-	4	2	2	2	-	-	-	-
" uppblandad med underlaget	17	13	-	-	5	1	9	9	3	4	1	3	2	4
Sättningar i hus	8	4	1	1	2	-	6	2	2	2	1	-	1	1
" i mark	52	41	-	11	13	1	43	8	12	16	4	3	9	8
" i annat	4	2	-	-	2	-	4	-	1	3	-	-	-	-
Oförändrad mängd/mycket daggmask	12	7	1	1	3	-	10	-	5	2	-	1	2	2
Mer daggmask	1	1	-	-	1	-	1	-	-	1	-	-	-	-
Mindre/lite daggmask	5	5	-	1	1	-	2	1	-	3	-	-	-	-
Endast svarat 'Ja'	7	5	-	-	3	-	6	1	2	2	-	2	1	-
Annat	8	5	-	2	-	1	4	3	2	2	2	-	1	1
'Positiva' svar i % av samtl. enkäter	31	35	33	18	27	18	39	20	43	31	29	22	33	22

I avsnitt 5.6 diskuterades belastningen på marken uttryckt i värmeuttag per meter slang i olika delar av landet. Där konstaterades att belastningen var högst i zonerna I, III och IV och lägst i zonerna II, V och VI/VII. Om risken för effekter på mark och vegetation, skulle vara proportionell mot belastningen skulle vi få ett högt värde i sydsverige (zon I) och ett lågt i norra Sverige (zon VI/VII). Så har också skett. Värdena i zonerna däremellan stämmer dock dåligt med hypotesen, eftersom frekvensen miljöeffekter minskar gradvis, medan belastningen på marken visar en annan bild. Den statistiska korrelationen är endast +0.25 (kan variera mellan 0 och 1). Flera faktorer måste alltså vara verksamma, då det gäller uppträdande av negativa effekter. Sådana faktorer kan vara jordart, vilka växter som odlas, avstånd mellan slangarna, klimat, etc. Vi skall i det följande något försöka bena upp problemet.

7.1.2 Förändringar i växtligheten

Den vanligaste kommentaren vad gäller växtlighet är att gräsmattan och andra växter grönskar senare (50 st). Längre blomningstid och senare blomningsstart (8 st) kan också föras till denna grupp, där förändringarna kan sättas i samband med den längre tjälningsperioden runt slangarna (längre tjälning + senare snösmältning noteras av 37 svarande). Detta är en negativ effekt, som man får acceptera om man väljer att utnyttja ytjordvärme. En möjlighet att minska effekterna är genom att lägga ned mer slang eller möjligen att lägga slangarna glesare.

Dålig tillväxt och dålig fruktsättning samt att träd gulnar tidigt, beror enligt kommentarer till frågorna åtminstone ibland på förändringar i samband med nedläggningen av slangarna. Oftast är det avgrävning av rötter (26 fall) som kan misstänkas, åtminstone vad gäller fruktträd. I ett flertal fall har dessutom jorden blandats om, så att näringsfattig och mindre mullrik, samt ofta starkt lerhaltig, jord kommit upp i ytan. Alternativet uppblandning har noterats i 17 av svaren och i flera av dem konstateras att jorden genom detta blivit sämre. I ett enkätsvar anges att en oxelhäck växer sämre där slangarna ligger nära. I Svensson (1983) konstateras att de växter, som påverkas starkast av ytjordvärmeuttag är tidiga lökväxter och rosor, samt djuprotade arter. Den sämre växten hos oxelhäcken kan bero på att den är djuprotad, men även på att grundvattenförhållandena har ändrats.

Trots att rotavgrävning konstaterats i 26 fall, har endast döda träd rapporterats i fem fall. Det förefaller alltså, som om träden klarar av denna typ av påverkan. I flera enkäter anmärks också att träden mått dåligt året närmast efter slangnedläggningen, men att tillväxt och fruktsättning senare återgått till det normala.

Vad gäller gräsmattorna konstateras, förutom att de grönskar senare, att de är 'grönare än i omgivningen' (17 st), 'randiga' (12) och 'missfärgade/torra' (6 st). Dessa effekter, av vilka den första knappast kan kallas negativ, beror på årsmånen och på den förändrade vattenbalans i marken, som blir följden av att värmeuttaget på vintern sänker temperaturen utöver det naturliga. Genom den lägre temperaturen, kommer mindre vatten att avdunsta från markytan och marken håller sig alltså fuktigare än omgivande gräsmattor. Sommaren 1983 var i södra och mellersta Sverige myck-

et torr, vilket medförde, att många gräsmattor torkade och/eller blev missfärgade. De sex fallen ovan, beror sannolikt på en sådan uttorkning, eller på att omblandningen av jord eller grävning av slanggravar ändrat dräneringen. Detta kommenteras i några enkäter. På motsvarande sätt har markarbetena i några fall förorsakat försumpning, eftersom äldre dränering ändrats eller förstörts. Försumpningen kan också medföra missfärgning, men visar sig oftare på det sättet, att mer djuprotade arter dör (av kvävning).

I fallet med den grönare gräsmattan är det uppenbarligen så, att den lägre temperaturen på våren och försommaren medfört, att vattnet i marken räckt till även över den ogynnsamma torrperioden. I en enkät anmärks, vad gäller en anläggning på f d betesmark, att gräset blir högre där slangarna ligger, vilket även det sannolikt beror på bättre hushållning med vattnet plus en ev. gödslingseffekt genom omgrävningen. Den randiga gräsmattan intar en mellanställning mellan de två andra typerna. Här har vattnet räckt till över slangarna, men inte emellan dem. Gräset ovanför slangarna förblev alltså grönt, medan gräset mellan slangarna torkade.

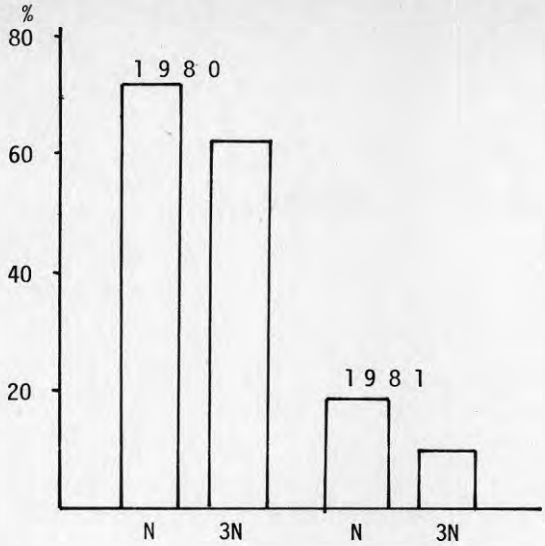
När det gäller 'randig' gräsmatta är jordartsgrupperna 'grus' och 'sand/mo' klart överrepresenterat, d v s de jordar som lättast släpper ifrån sig vatten. Då det gäller helt missfärgade eller torra gräsmattor samt även grönare gräsmattor är fördelningen i proportion till jordarnas vanlighet. Inte heller för andra effekter på växter, kan man spåra något inflytande av jordarten.

Ser man till den regionala fördelningen är randiga och torra gräsmattor uppenbarligen i huvudsak ett sydsvenskt problem, som måste sättas i samband med den mycket torra sommaren 1983. När det gäller grönare gräsmatta är dessa uppgifter mer jämnt spridda över landet, även om man kan spåra en något högre procent grönare gräsmattor i norr, där sommaren inte var så torr. Problem med träden har man också mest i södra Sverige, genom att procentandelen anläggningar i samband med fruktträd och liknande är högst i söder (se avsnitt 6.4).

Vad beträffar jordbruksmark anmärks ofta, att ingen försening kunnat iakttas på åkermarken. I något fall har dock en försening på en knapp vecka konstaterats.

7.1.3 Daggmaskar

I Lundkvist (1983) konstateras, som nämnts, en kraftig nedgång i daggmaskmängden i marken ovanför ytjordslingorna. Effekten var inte momentan, utan förstärktes från år till år, se figur 7.1. Sannolikt 'fångas' maskarna mellan tjälen och isen runt slangarna och fryser ihjäl. Vi ville i enkäten veta, om man hade iakttagit några sådana förändringar, men antalet svar på frågan var mycket litet och visade ingen tydlig tendens åt något håll. Endast 18 personer har över huvud taget svarat på frågan och av dem anger 12 oförändrad eller riklig tillgång på daggmask, en anger att det blivit mer daggmask och fem att det finns lite daggmask eller att daggmasktillgången minskat.



Figur 7.1 Daggmaskarnas antal i procent av kontrollen 1980 och 1981. N = normalt värmeuttag, 3N = maximalt värmeuttag (efter Troedsson et al., 1982)

I en speciell kommentar motiveras fallet av ökning med att området dränerats genom markarbetena i samband med nedläggningen av slangarna. I en enkät anges att maskar "finns inte alls över slangarna, men rikligt vid sidan om". I ett annat fall anges sammanpackning av jorden som möjlig orsak till minskningen i masktillgång. Ett enkätsvar anger, att en viss tidpunkt på hösten ger sig en stor mängd maskar iväg från det område, där ytjordslangarna ligger. Orsaken till detta kan diskuteras, men det är möjligt att hög vattenhalt i marken kan tvinga bort maskarna (jfr kommentaren ovan). Ändrade hydrologiska förhållnaden kan ha blivit en följd av att jorden blandats om, dräneringen ändrats, etc. Vad beträffar andra djur, anmärks det i ett enkätsvar att mullvadar håller sig borta från anläggningen, medan det i ett annat enkätsvar anges att mullvaden trivs fint.

7.1.4 Snö, tjäle och is

Längre tjälningsperiod antas av många vara en viktig orsak till förändringar i växtligheten. Även senare snösmältning anges av ganska många. I en del fall rapporteras, att snön ligger kvar i strängar över slangarna. Den försening, som förorsakas av snö och tjäle uppges i medeltal vara en till två veckor och har inte i något fall uppgetts vara mer än tre veckor. Uppfrysning har rapporterats i 14 fall, men endast i lera/mjäla och morän. Ofta är det trädgårdsplattor och likande som fryser upp. I ett fall rapporteras uppfrysning i anslutning till träd, där slangen går på endast 40-50 cm djup. Uppfrysningsfenomen är, liksom missfärgade gräsmattor, koncentrerade till odlingszon II, men även i zon V förekommer förhöjd frekvens uppfrysning. Även anläggningar i vat-

ten utsätts för 'uppfrysning'. Av praktiska skäl behandlas dock detta i ett sammanhang, se avsnitt 7.2.1.

Isbränna uppstår, då is bildas närmast marken. Detta sker normalt i små svackor i marken, speciellt under milda vintrar då töperioder omväxlar med kallare perioder. Speciellt mycket is bildas om vintern dessutom är snörik. Även vid dikesutflöden, nedanför stuprännor, etc kan isbränna uppstå. Isbrännan dödar ofta gräset, varför fläckar med isbränna måste nybesås och gräsytorna blir alltså normalt inte användbara förrän tidigast på eftersommaren. Isbränna förefaller normalt inte vara något större problem, men är desto mer katastrofal för gräsmattan, då den förekommer. I det ena fallet av isbränna, inträffade denna över slangarna, där fördjupningar bildats genom marksättning i slanggravarna. Det andra fallet visade en betydligt mer omfattande isbrännebildning. Hela gräsmattan blev efter nedläggningen av ytjordslangarna överdragen av ett tjockt ispansar. Flera försök med att lägga om gräsmattan m m misslyckades och till slut fick användaren övergå till annan värmekälla. Orsakerna till att det blev på detta sätt är svåra att klarlägga utan besiktning på platsen, men sannolikt har det uppgrävda och pålagda jordmaterialet haft viss betydelse.

Vågor i marken har konstaterats i 21 fall och tillhör därmed de mest frekventa effekterna. Vågigheten uppstår som en följd av tjälningen runt slangarna. Genom att tjälningen kvarstår i marken ovanför slangarna, medan den släppt mellan slangarna, erhålls denna vågighet. Vågigheten går normalt tillbaka då marken tinar även över slangarna. Genom en kombination av vågighet och sen snösmältning, är effekten ofta lätt iakttagbar.

7.1.5 Effekter på marken

Sättningsskador är ofta en följd av omgrävning i marken, varvid återfyllningen inte skett med samma packningsgrad som den orörda jorden hade. Därför var det intressant att se, om och hur ofta sådana fenomen hade konstaterats. De svarsalternativ som gavs var sättningar i hus, sättningar i mark samt sättningar i annat. Mot vår förmodan har sättningar i hus konstaterats i åtta fall, vilket måste betraktas som allvarligt. Marksättningar har konstaterats i 52 fall och sättningar i annat (plattgångar, uteplatser och liknande) i fyra fall. Marksättningarna har, som antytts ovan, främst inträffat över slanggravarna, där återfyllningen inte gjorts tillräckligt noggrant. I några fall har sättningarna fortsatt i flera år och därvid givit upphov till bl a isbränna eller försumpning. Några regionala skillnader i sättningsrisken har inte kunnat konstateras och inte heller jordarten förefaller att ha någon betydelse.

Torksprickor i slanggravarnas kanter har konstaterats i sju fall, fem av dem, som väntat, i lera/mjäla, dessutom i ett par fall i morän (möjligen en lerig morän?). Torksprickorna är en effekt av att leran avvattnas, då slanggravarna, som konstaterats tidigare, ibland fungerar som extra dränering.

Förändrad jordkvalitet uppges i 28 fall. I tre fall har jorden blivit bättre. I dessa fall har en styv lera blandats upp med grovkornigare underlag. I några fall har marken blivit torrare, som en följd av den dränering i slanggravarna, som nämndes ovan. I andra fall har marken blivit fuktigare eller vattensjuk som en

följd av sättningar eller genom att lera kommit upp på ytan och fungerar som dräneringsspärr för nederbördsvatten. Dessutom anges att jorden blivit allmänt sämre i ett fall.

17 enkäter uppger att matjordskiktet blandats upp med underlaget. Som vi sett ovan, kan omblandning vara både bra och dåligt för markens produktionsförmåga, men av enkäterna att döma överväger de negativa konsekvenserna vid omblandning av matjordlangret. Anledningen är säkert, att den jord, som grävs upp har lägre närsalthalt och lägre mullhalt än den ursprungliga matjorden.

Uppblandningen medför i några fall att behovet av gödsling av marken ökat. Åtta enkäter av 434, anger förändrat gödslingsbehov. Av dessa anges minskning av gödslingsbehovet i ett fall och ökning sju.

Behovet av vattning anses ha förändrats i 14 enkäter av 444. I nio fall har det varit en minskning, i fem fall en ökning. Då vattningsbehovet ökat, motiveras detta med att slanggravarna fungerar som extra dränering, medan det minskade behovet av vattning sannolikt följer av den ransonering av vattnet, som diskuterades ovan i samband med de grönare resp. randiga gräsmattorna. Räknar man in de 29 grönare och randiga gräsmattorna, så borde siffran nio ovan ökas till åtminstone 20-25.

7.2 Tekniska problem

Förutom miljöeffekterna, var det intressant att se hur anläggningarna som sådana fungerade. Därför ställdes två frågor om detta, av vilka den ena rörde funktionen hos slangarna, den andra värmepumpsfunktionen. Slangfel och liknande är av intresse även ur miljösynpukt, eftersom läckage kan påverka luft, vatten och grundvatten, vilket behandlats i avsnitt 4.8. I samband med diskussionen om slangläckage skall också de speciella problemen med sjövärmeanläggningarna diskuteras.

7.2.1 Läckage på slangar och kopplingar

Inom denna grupp har 28 'positiva' svar givits (25 enkäter). I 13 fall rör det sig om läckage och i 12 fall om slangbrott. Av slangbrotten hänför sig sex av dem till anläggningar som ligger i sjö/vattendrag, sex till anläggningar i jord. Eftersom antalet

Tabell 7.1 Läckage m m på slangar och slangkopplingar

	Antal	%		
Läckage i skarv	1	3.4		
Ej specificerat läckage	14	48.3	51.7	
Slangbrott genom avgrävning	5	17.2		
Slangbrott i genomgång	1	3.4		
Annat slangbrott	6	20.7	41.3	
Ventilfel	1	3.4		
Kondens på slangen	1	3.4	6.8	99.8

sjövärmeanläggningar är 53 av 625, är det tio gånger vanligare, med slangbrott i sjö/vattendragsförlagda än i markförlagda slangsystem. I tabell 7.1 redovisas de alternativ, som kryssats för i enkäterna.

Det förhållandevis stora antalet läckage och slangbrott är anmärkningsvärt. Vad beträffar läckagen, berodde ett på att slangkopplingarna var för hårt dragna, så att slangarna gick av och i ett annat fall anges, att kopplingarna inte var åtdragna, varvid läckage uppstod. Redan tidigare har eventuella effekter av läckande glykol eller freon diskuterats (avsnitt 4.7).

Tre av de slangbrott som skett genom avgrävning, har redan tidigare kunnat konstateras bero på slarv, eftersom slangkarta fanns i samtliga fall. I de övriga fallen uppstod läckage i samband med arbeten med slangarna, varför kontrollen då bör ha varit bättre vad gäller ev. utrunnen vätska.

De sjöförlagda ledningarna visar en annan typ av problem. Man måste räkna med, att de sjöförlagda ledningarna samlar på sig is under vintern, varvid de så småningom blir lättare än vattnet och flyter upp till ytan eller isens underkant. Därför måste man vara medveten om att det krävs ordentlig förankring av slangarna. I några fall har därför slangarna grävts ned i sedimenten eller efter hand blivit överslammade, så att de håller sig på plats.

En kritisk tid är islossningsperioden, då det ofta förekommer isskjutningar. Speciellt utpräglade blir problemen i rinnande vatten, där även vattnets strömning bidrar till att dra med sig slangarna. De flesta rapporterade slangbrotten härrör från sådana vattendragsförlagda ledningar. I några fall beror slangbrotten på för svag förankring och i några på att isen skavde sönder slangarna. I ett enkätsvar anges att brott sker "i vattnet varje år"! Motmedel mot detta är att förankra slangarna bättre och att gräva ned dem, så att isen inte kan komma åt att mala sönder dem. Däremot är det svårare att gardera sig mot det läckage som inträffat i ett fall, då "vid isfiske har någon lyckats borra i slangen". Detta är en typ av olyckshändelse, som kanske mest kan tyckas vara en lustig kuriositet, men med den omfattning vinterfiske har i vårt land, är risken för upprepning inte obefintlig. Dessutom får man räkna med andra olyckshändelser av liknande typ, t ex då ankare och draggar drar upp slangen och kanske orsakar läckor eller brott på den. Saltvattenledningen till Tjärnölaboratoriet i Strömstad har exempelvis befriats från ett antal ankare av olika dimensioner!

7.2.2 Haverier och fel på värmepumpen

Det var intressant att i samband med arbetet med miljöeffekter av ytjord- och sjövärmeanläggningar, även se något till värmepumpens funktion, för att därigenom få en uppfattning om anläggningarnas 'svaga punkter'. Det visar sig att många haft tekniska problem med sina anläggningar, men de flesta har inträffat under garantitiden och har därför normalt åtgärdats av installatören. I några fall har dock de svarande varit irriterade på ointresse från installatörens sida. I en tredjedel av de återsända enkäterna har noterats tekniska fel på värmepumpen. I tabell 7.2 visas fördelningen på olika typer av fel. Eftersom flera fel anges i 50 enkäter, blir procentsumman över 100%.

Tabell 7.2 Tekniska fel på värmepumpen

	Antal	% av 'positiva' enkäter	% av besv. enkäter
Kompressor	61	29.8	10.1
Läckage	41	20.0	6.8
Pump	38	18.5	6.3
Elfel (se text)	31	15.1	5.1
Fel på inre/yttre vätskekrets	27	13.2	4.5
Reläer, givare, m m	23	11.2	3.8
Pressostat/lågtrycksvakt	14	6.8	2.3
Ventilfel	13	6.3	2.2
Endast svarat "Ja"	9	4.4	1.5
Annat fel	9	4.4	1.5
Termostat	7	3.4	1.2

Uppenbarligen är anläggningarnas svagaste punkter kompressorer, pumpar för värmebärarvätska, div. skarvställen och liknande. Det är värt att notera att ungefär var tionde anläggning har haft problem med kompressorn. Just inom grupperna kompressorer och pumpar, hittar man de flesta fel, som inträffat efter garantitidens utgång. Vad gäller läckor skall påpekas att det ofta är freonläckor. Om freon kommer ut i större mängder kan det förorsaka obehag och till och med skador på människor, se t ex Forsman (1984).

Elfelen fördelar sig på ett flertal olika faktorer; kortslutning (4), trasiga indikatorlampor (3), fel på elpatron (2), säkringar som inte håller (14), fel på kretskort (3) och andra elfel (5). Inga av dessa fel är sådana, som är speciellt allvarliga och de har kunnat rättas till efter justering. Vad gäller kortslutningar, har dessa i några fall orsakats av blixtnedslag, där blixten ibland också förstört andra delar av anläggningen. Sådana blixtskador har företrädesvis inträffat i Norrland, där bebyggelsen är mer spridd och luftledningar är vanligare än i de tätortsnära områdena. I några fall har felen orsakats av felaktigheter i den levererade elkraften. Till de märkligare kortslutningsorsakerna hör en inkrupen ödla.

Felen på vätskekretsarna kan delas upp på luft i slangen (7), fel på packningar och filter (7), undertryck (5), slangbrott inomhus (1) samt veck på slangen (1) för den yttre kretsen och självcirkulation (1) och fel på varmvattenberedare (3) på den inre kretsen. Dessutom förekom fel i kondensor i tre fall.

Fel på reläer, givare, termostater m m är också frekvent förekommande, men inte heller här rör det sig om några allvarliga fel och de flesta har varit av typen injusteringsfel.

Av större ekonomiskt betydelse för värmepumpägaren är uppenbarligen i huvudsak pump- och kompressorfel. Detta bekostas normalt av villaförsäkringen om maskinskadeförsäkring finns. Varför skador av denna typ är så pass vanliga är svårt att säga. I några fall kan man misstänka att anläggningen är underdimensionerad, varvid utrustningen ansträngs i överkant, men det kan inte förklara hela den mängd haverier, som förekommit, ibland flera på en och samma anläggning.

8 UTVÄRDERING OCH FÖRSLAG TILL ÅTGÄRDER

8.1 Vad tycker användarna om sina anläggningar?

De allra flesta användarna är mycket nöjda och det finns många spontana kommentarer som "är positivt överraskad av jordvärme", "jag kan rekommendera denna metod, då den är miljövänlig och billig", "jag är mycket nöjd med min anläggning", "utmärkt alternativ, betalar sig på 3-5 år", "vi har bara anledning att vara nöjda. Har bytt olja för 12-13,000:-/år mot el för 3,500:-/år", "en av de bästa investeringar jag gjort", etc.

Trots detta finns enstaka användare av ytjord- och sjövattenvärme, som inte är nöjda. Den person som fick sin gräsmatta förvandlad till isbana kan naturligtvis inte vara nöjd och i några fall torde anläggningarna vara underdimensionerade. I ett enkätsvar noteras "värmeeffekten räcker inte till. Bara 14-15° inne vid utetemperatur -15-20°". I enkätsvaret anges inte hur lång slangen är, men uppvärmd yta är endast 124 m^2. Elförbrukningen är trots den lilla bostadsytan angiven till 35,000 kWh och tjällossningen är ca 2-3 veckor sen på och i närheten av slangarna. Fastigheten ingår i den grupp av hus i Surte, som alla har anläggningar av motsvarande typ och inga andra har haft liknande problem. Mycket tyder på, att anläggningen trots allt är underdimensionerad, men den höga elförbrukningen är så alarmerande att det förefaller att även kunna finnas någon annan förklaring. Ett hus av denna storlek och detta byggnadsår bör inte dra mer än 20,000 kWh om det värms helt med elvärme! I en annan enkät anmärks att utgående radiatortemperatur endast är +50°, vilket inte räcker till i äldre, mindre väl isolerade hus.

Flertalet av anläggningarna är så dimensionerade, att elpatroner kopplas in vid låga utetemperaturer. I andra fall eldas med olja eller ved. Ibland får man intrycket att dimensioneringen är lite väl knapp, möjligen beroende på att man använder schablonsiffror för aggregatstorlek och slanglängd, utan att tänka på jordart, husisolering, m m.

Många användare har ett stort intresse för sin anläggning och genomför i flera fall en omfattande uppföljning av elförbrukning, drifttid, etc. Flera har funderingar på att genomföra forskningsprojekt kring anläggningarna, t ex vad gäller skördeutfall på åkrar med och utan jordvärmeslingor, eller marktemperaturens variation under året. Andra har långa dataserier över elförbrukningen vid olika väderlek, antalet drifttimmar per år, energiförbrukning månadsvis, etc.

8.2 Funna omgivningseffekter

De omgivningseffekter som kunnat beläggas, kan delas upp i tre grupper:

1. effekter genom nedkylning av marken
2. effekter av markarbeten
3. effekter genom läckande slangar

8.2.1 Effekter genom nedkylning av marken

Tvärt emot vad man skulle kunna förmoda, rapporteras det största antalet miljöstörningar av ytjordvärme från landets ur vegetationssynpunkt gynnsammaste odlingszon, som omfattar södra Skåne och delar av Västkusten (även Blekinge, Öland och Gotland ingår, men därifrån finns inga enkätsvar). Orsakerna är svåra att klarlägga utan ingående undersökningar, men en hypotes skulle, paradoxalt nog, kunna vara att de snöfattiga vintrarna har en negativ påverkan på växtligheten. Det är känt att köldömma växtarter, som vanlig ljung eller blåbär, har svårt att klara sig i nordtyskland och under snöfattiga vintrar går tillbaka starkt i sydsverige. De trivs däremot bra längre norrut, där snötäcket normalt är så tjockt, att växterna skyddas av snön. Något liknande skulle kunna gälla även gräs och trädgårdsväxter, varför effekterna av ytjordvärmeanläggningen skulle kunna förstärkas genom att växterna stressas av såväl ett ogynnsamt klimat, som en negativ påverkan på marken från jordvärmeslangarna.

Genom nedkylningen av marken, kommer vegetationen igång senare än i närliggande markområden. Orsaken är, att tjälningsperioden är längre och det medför i sin tur också ofta att snön ligger kvar längre över slangarna. Som en effekt av den längre tjälningsperioden, kan marken få ett vågigt utseende. Vågigheten brukar dock gå tillbaka då tjälen gått ur marken över och runt slangarna. I ett fåtal fall rapporteras sämre tillväxt m m, som inte kan sättas i samband med andra åtgärder, t ex markarbeten. Som en sekundär effekt av den längre tjälningsperioden har också rapporterats uppfrysning, speciellt av plattgångar, uteplatser, etc.

En positiv effekt av ytjordvärmeuttaget synes vara, att marken längre behåller sin fuktighet över slangarna, varför behovet av vattning kan minska.

I vissa fall har man anledning förmoda att dimensioneringen av ytjordvärmeanläggningen varit i klenaste laget. I en del hus, har man under vintern inte kommit upp i tillräckligt hög radiatortemperatur, samtidigt som elförbrukningen varit anmärkningsvärt hög och värmepumpen arbetat under en mycket stor del av dygnet. Det är givet att en underdimensionerad anläggning påverkar miljön ovanför slangarna mycket kraftigare än en tillräckligt dimensionerad anläggning, vilket tidigare visats i kontrollerade försök (Troedsson et al 1982). Av enkätsvaren framgår, att slanglängderna visserligen ökar med ökande odlingszonsnummer, men det verkar inte som man alla gånger tagit hänsyn till klimatet, husets storlek eller genomsnittligt K-värde vid bestämning av slanglängd.

8.2.2 Effekter av markarbete

Den jord, som återfylls över slangarna packas ofta dåligt, varför man får en uttalad sättning i slanggravarna. Denna sättning kan pågå under flera års tid. Effekter av dåligt eller slarvigt utfört markarbete kan spåras i många enkätsvar. Den mest påtagliga och direkta effekten är marksjunkning, vilken inte bara uppträder i den mark, där slangarna grävts ned, utan sättningar i byggnader har även rapporterats. Sättningarna kan, om de inträffar intill eller under det hus, i vilket värmepumpen finns, förorsaka slangbrott med åtföljande läckage av värmebärarmedium. Liknande brott har konstaterats för gas-, vatten- och avloppsledningar.

Förutom de rena sättningsskadorna, orsakar markarbetena ofta, att jorden blandas om, så att djupt liggande, mindre näringsrik och mullhaltig, ofta lerig, jord blandas upp med matjorden. Då försämras dess egenskaper med bl a ökat gödslingsbehov som följd. I några fall har gräsmattor och andra anläggningar måst nyanläggas, eftersom den jord som kommit upp till ytan varit mycket dålig som odlingsjord. Styva leror kan t ex vara orsaken till isbränna, genom sin låga vattengenomsläpplighet.

Genom grävningen av slanggravar, ändras också ofta dräneringsförhållandena i den mark, där slangarna läggs. Det leder ibland till ökat vattningsbehov, medan marken i andra fall får ökad vattenhalt eller t o m blir försumpad. Orsakerna är i det senare fallet ofta sättningar i slanggravarna eller att jord som inte är genomsläpplig för vatten, läggs ovanpå det ursprungliga markmaterialet (se ovan).

8.2.3 Effekter genom läckande slangar

I ett antal fall har läckage uppstått på slangar i mark eller vatten. I flera fall beror läckor och avgrävningar på rent slarv, eftersom slangkartor funnits, men i många fall saknas karta över hur slangarna ligger. I bästa fall finns en enkel skiss, eller en karta över slangskarvarnas lägen. Läckage sker normalt i slangskarvarna och kan bero både på att skarvarna inte dragits åt tillräckligt hårt och på att de dragits åt för hårt, så att slangen brustit efter någon tid.

I sjö- och vattendragsförlagda system är det vanligt, att isen mal sönder eller tar med sig slangarna vid islossningen, eller att slangarna flyter upp då det bildas is runt dem. Ett procentuellt sett stort antal slangbrott har inträffat på detta sätt. Läckor genom olyckliga omständigheter, kan naturligtvis inträffa även i dessa system, t ex genom att slangarna borras igenom vid isfiske, eller att ankare drar med sig slangarna.

8.3 Vilka åtgärder kan vidtas redan idag?

Några av de negativa effekter, som kunnat iakttas, är av den arten att de får betraktas som (miljö)priset för en billig värmeförsörjning. Till detta får räknas effekter som senare snösmältning, längre tjälningsperiod, tjälskjutning, uppfrysning, att växter grönskar senare eller att vissa växter får sämre växt, blomning och/eller fruktsättning. Emot dessa effekter hjälper bara att lägga ned mer slang och/eller att sprida slangarna över en större areal. I en villaträdgård är detta ofta inte möjligt, utan man får acceptera de negativa effekter, som inträffar och rätta växtvalet efter detta.

I plantskolornas kataloger anges ofta växternas härdighet på så sätt, att den nordligaste odlingszon, där växterna normalt klarar sig, anges med en romersk siffra mellan I och VIII (jfr figur 1.1). Genom att välja plantmaterial som är härdigt i en växtodlingszon, som är minst två, gärna tre enheter högre än den man själv bor i, kan man vara nästan säker på, att inte råka ut för obehagliga överraskningar. Undantag är vårblommande lökväxter, rosor, samt djuprotade växter, som alla påverkas extra mycket av ytjordvärmeuttaget. Då plantmaterial väljs, skall alltså växterna

för dem som bor i zon I ha en härdighet motsvarande zon III eller IV. Den, som bor i zon VII, får pröva sig fram, eftersom Pomologiska föreningens zonkarta endast omfattar åtta zoner.

De negativa effekterna av omblandning av jorden skulle kunna minskas, om man kunde separera de olika lagren i jorden, så att matjordskiktet lades för sig och den övriga jorden för sig. Detta skulle naturligtvis fördyra nedläggningen av slang avsevärt, men i vissa fall skulle det kanske ändå löna sig, genom att man slipper omläggning av gräsmattor, inköp av ny jord till rabatter och land, etc. Några jordprofiler, tagna i det område, som är aktuellt för nedläggning av slangar, skulle säkert kunna ge indikationer på om detta dyrare förfarande skulle vara långsiktigt gynnsamt.

I vissa jordar kan den extra dränering, som uppkommer i slanggravarna bli av sådan omfattning, att marken torkar ut och sätter sig, varvid även hus kan få sättningsskador. Dessa effekter inträffar främst i leror och torv och har dokumentarats i samband med nedläggning av VA-system i dessa jordtyper.

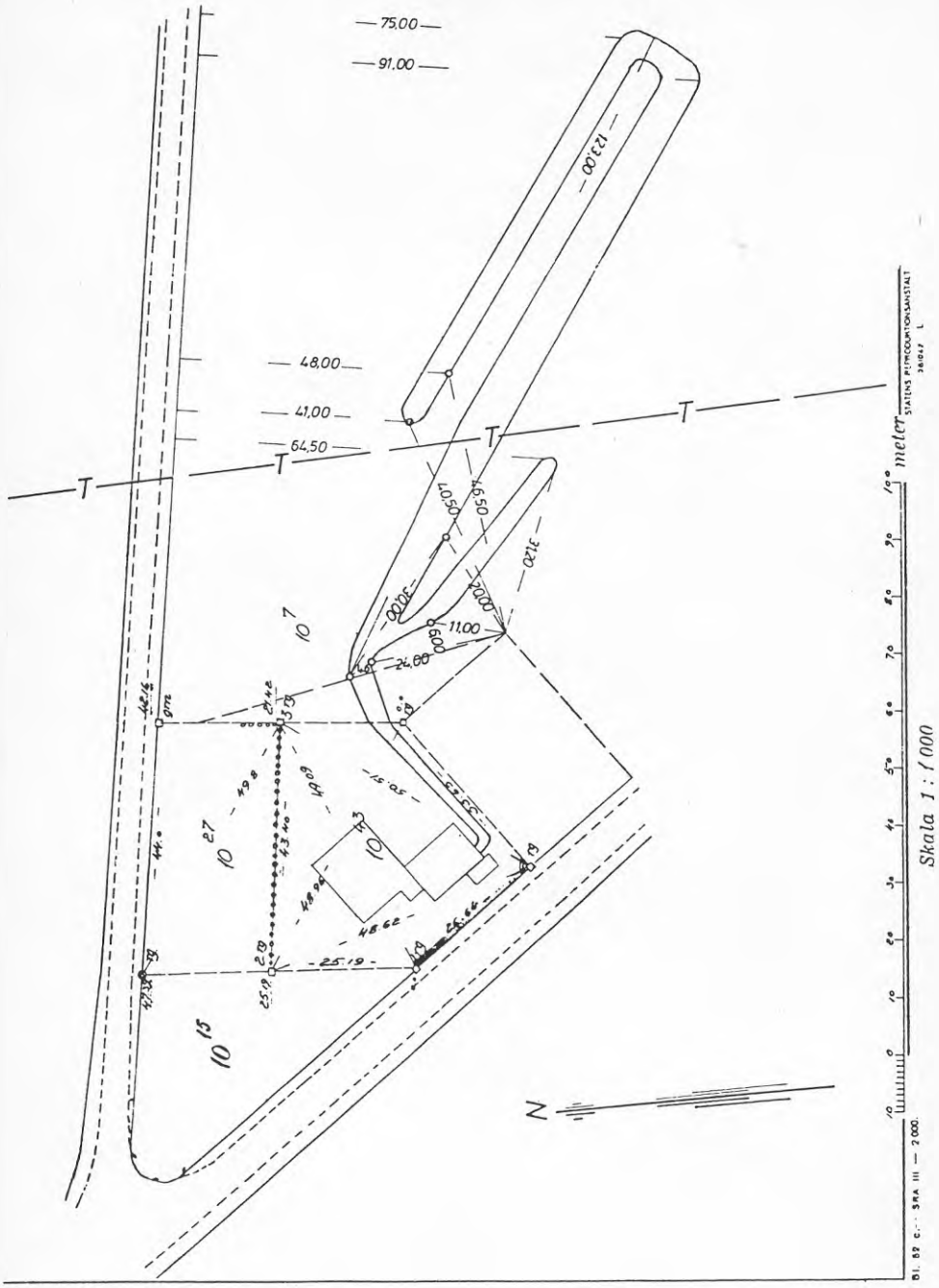
Att slanggravarna fungerar som extra dränering, skulle kunna motverkas, genom att man vid återfyllningen packar jorden bättre, eller lägger in vattentäta 'spärrar' här och där. Dessa spärrar kan vara lera eller något annat material med låg vattengenomsläpplighet. En bättre packning av jorden vid tillbakaläggningen i gravarna, skulle också minska den alltför höga procenten marksjunkning, som i sig medför sekundära effekter.

Läckage på slangarna kan medföra, att jord, grundvatten, djur- och växtliv i anläggningens närhet påverkas. Eftersom en tredjedel av dem, som anlagt en ytjordvärmeanläggning, även har tillgång till egen brunn, är det inte omöjligt att skador på människor kan inträffa, som en följd av läckor eller brott på systemet. Den stora procenten lerjordar i undersökningen pekar dock på, att det finns vissa möjligheter att förhindra spridningen av t ex glykol, som är den vanligaste tillsatsen till det cirkulerande vattnet. Vid konstaterat läckage kan man gräva bort den jord, som misstänks vara kontaminerad, eftersom vattenrörelserna i lerjorden är långsamma.

Fluor-kolföreningar ('freoner') har väl dokumenterade effekter på ozonskiktet, men har även en direkt giftverkan på människor. Utflödet av freoner från en ytjordvärmeslinga, torde dock utomhus knappast bli av sådan omfattning att människor i det fria skadas.

Övergång till mindre farliga föreningar i slangvätskan är ett sätt att motverka föroreningar och/eller förgiftningar. Fryspunktsnedsättande ämnen som används i liten skala, men som har betydligt lägre giftighet än glykol, är t ex saltlösningar (koksalt eller kalciumklorid) eller alkoholer ('industrisprit' m m).

En annan säkerhetsåtgärd, som skulle kunna övervägas är, att en inpektionsbrunn anläggs över varje slangskarv. Eventuellt skulle slanggenomgångarna till denna inspektionsbrunn, liksom bottnen, kunna göras täta, varvid ev. läckande vätska samlas i brunnen och kan pumpas bort. Ytterligare en finess kunde vara en nivågivare, som larmade om vätskenivån i brunnen steg över ett bestämt värde.



Figur 8.1 Exempel på slangkarta

Genom dessa åtgärder, skulle man ändå inte komma ifrån de läckage, som sker genom avgrävning eller annan åverkan på slangarna. Här borde det vara krav på, att slangkarta upprättas för varje anläggning (se figur 8.1), samt att det med en speciell skylt på huset eller på annat synligt ställe anges, att här ligger det en ytjordvärmeslang. I många fall fungerar det säkert hyggligt idag, men då huset bytt ägare en eller flera gånger, har säkert kunskaperna om var slangarna ligger försvunnit. Det finns åtskilliga exempel på hur gatukontoret blivit tvunget att gräva upp 'halva kommunen' för att hitta en vattenläcka, beroende på att den kommuningenjör som kunde ledningarna på sina fem fingrar gått i pension.

Ett specialfall är, när anläggningen ligger på samfälld mark eller i vatten. Här måste speciella markeringar till, som visar att värmeslangar lagts ned och var slangkarta finns tillgänglig. För anläggningar i vatten kanske krävs skyltar av samma typ som för elkabel, telefonledning, etc., annars får vi räkna med ett allt större antal läckage direkt ut i recipienten. Anvisningar för anläggningar i vatten, måste också utarbetas. Det skall också i bygglov finnas bestämmelser om nedgrävning av slangarna, för att hindra att isen tar med sig eller mal sönder slangarna och om förankring av slangar i bottnen.

KUNGL.
TEKNISKA
HÖGSKOLAN

Inst. (motsv.)
Miljövårdscentrum
Handläggare, direktvalsnr
Civ ing P O Persson, amg
08-787 82 36

830901

Dnr 10/F 4 AB

ENKÄT. OMGIVNINGSPÅVERKAN AV ENERGIUTVINNING MED YTJORDVÄRMEANLÄGGNINGAR

Miljövårdscentrum och Institutionen för kulturteknik vid Kungl. Tekniska Högskolan i Stockholm genomför f n en undersökning av olika miljökonsekvenser av ytjordvärmeanläggningar. Som ett led i detta arbete ingår att via en enkät samla in erfarenheter från olika ytjordvärmeanläggningsägare runt om i vårt land. Projektet finansieras med medel från Statens råd för byggnadsforskning, BFR.

Syftet med projektet är att kartlägga dels förekomsten av ev negativa eller positiva miljöeffekter av de anläggningar som idag är i drift dels frekvensen av olika ev. effekter. Kunskaperna om miljöeffekterna av olika system för utvinning av energi ur mark är idag mycket ofullständiga. Denna undersökning kan därför ge en bättre grund för olika insatser för att minimera de olika negativa effekterna. Som exempel kan nämnas framtagning av informationsmaterial till anläggningsägare som ger råd om vilka växter som är lämpliga att odla på den mark där anläggningen är installerad.

Bifogat översändes ett enkätformulär med ett antal frågor, som är relevanta för vår undersökning. Vi vore mycket tacksamma om Du kunde ägna en stund åt enkäten och besvara de olika frågorna. Enkäten återsändes sedan med bifogat svarskuvert. Vi vore tacksamma om vi kunde få enkäten i retur senast 25 september.

Med tack på förhand för Din hjälp.

Per Olof Persson
civ ing, projektansvarig

Hans-Georg Wallentinus
docent, projektledare

ENKÄT.OMGIVNINGSPÅVERKAN AV ENERGIUTVINNING MED YTJORDVÄRMEANLÄGGNINGAR

1. Namn .....

   Adress .....

   Tel .....

2. Vilken typ av anläggning har ni? Enbart ytjordvärme .....

   Kombination ytjordvärme-luft ...., annan komb .....

3. Används anläggningen för? Enbart tappvarmvatten .....

   Enbart uppvärmning ..... Både tappvarmvatten och ..... uppvärmning

4. Har Ni, kommunalt vatten? ....

   , vatten från egen brunn? ....

   , vatten från annans brunn? ....

5. Hur stor del av värmebehovet tillgodoses av ytjordvärme-anläggningen (i procent)? .....(%)

6. Total värmeförbrukning? kW,el ..... m3,olja .....

   m3,ved ..... m3,(annat) .....

7. Finns det någon slangkarta som exakt visar ytjordvärmeanläggningens läge? Ja .... Nej ....

8. Vilken typ av antifrysvätska finns i slangarna? .....

   .....

9. Vilket fabrikat. Namn.....

   Effekt .....

   Slanglängd .....(m)

10. Installationsår och

    månad:.....

11. Uppvärmd yta (boyta plus uppvärmd källare m m)? .....

    .....(m2)

VÄND!

12. Är anläggningen egen .... samägd med granne ed .... ägs av samfällighet ....?

13a. Är jordvärmeslingan placerad på egen mark .... annans mark, allmänning el dyl ....?

13b. Är tomten friköpt .... tomträtt .... ?

14. I vilken typ av mark är ytjordvärmeanläggningen placerad?

Trädgård .... Åker ....

Äng .... Skog ....

Myr/Kärr .... Annan mark ....

15. Om anläggningen är belägen i trädgård, installerades anläggningen i en

nyanlagd trädgård? ....

uppvuxen trädgård? ....

16. I vilken typ av jord är slangarna nedgrävda?

lera .... sand ....

grus .... morän ....

torv .... annan .... (ange typ) .....

17. Vilken typ av växtlighet finns över och i närheten av värmeslingorna (ange ungefärlig procent för resp växtlighet)?

gräsmatta ..... köksväxter ..... fruktträd .....

prydnadsväxter..... annat (ange även typ) .....

18. Har några förändringar inträffat bland de växter, som står över och i närheten av värmeslingorna?

Ja .... Nej ....

18a. Om ja, vilka förändringar och på vilka växter har förändringar uppträtt?

	Vilka växter?
Försenad växtstart ....,	.....
" blomning ....,	.....

18a forts/ Vilka växter?

Dålig fruktsättning ...., ...

Dålig tillväxt ...., ...

Missfärgning ....., ...

Annat.....(Vilka förändringar).....

.....

.....

18b. Vad kan ha orsakat förändringarna?

.....

.....

.....

.....

19. Går det att spåra några andra effekter (t ex förändrad daggmask tillgång)?

Nej .... Ja .....

.....

.....

20. Har behovet av vattning:

minskat mycket .... minskat .... är oförändrat ....

ökat .... ökat mycket .....

21. Har behovet av gödsling:

minskat mycket .... minskat .... är oförändrat ....

ökat .... ökat mycket ....

22. Har några förändringar (skador) uppträtt på vegetationen som kan sättas i samband med anläggningsarbetet (nedgrävning av slang)?

Nej.....Ja,vilka.....

.....

.....

VÄND!

23. Har några sättningsskador uppstått på hus ....

mark ....

annan anl ....

24. Har några tjälnings-, uppfrysningsfenomen iaktagits?

Nej .... Ja ...., exempelvis.....

.....

25a. Har det varit något läckage på slangar och kopplingar?

Ja .... Nej ....

25b. Om ja ange var och när! .....

.....

.....

.....

25c. Om ja, ange om några skador på vegetationen, dricksvatten, etc uppkommit? .....

.....

.....

.....

26a. Har det varit några haverier (fel) på värmepumpen?

Ja .... Nej ....

26b. Om ja, var vänlig och uppge vad och när! .....

.....

.....

.....

27a. Vill Ni att vi kontaktar Er för att diskutera ytterligare frågor?

Ja .... Nej ....

27b. Eller vill Ni att vi skall komma på besök för att studera förhållandena närmare?

Ja .... Nej ....

LITTERATUR

Baurne, G & Bronge, C, 1981, Utredning angående forskningsbehovet beträffande miljöproblem vid energilagring i och energiutvinning ur mark och grundvatten. (Inst. för kulturteknik, KTH.) Medd. 3:38. Stockholm.

Berger, M, et al, 1970, Vår gröna tomt. (Åhlén & Åkerlund.) Stockholm.

Forsman, E, 1984, Det osynliga hotet. (SKTF! TIDNINGEN) Nr 2/84, p. 2-6.

Holmqvist, Å, 1983, Redovisning av besparingsfaktorer som underlag för beräkning av lån till värmepumpar i småhus. (Bostadsstyrelsen.) Bo informerar 1983:9.

Hård, S (ed.), 1983, Seminarium om miljöeffekter av ytjordvärmesystem. (Inst. för vattenbyggnad, CTH.) Report Series B:42. Göteborg.

Lundin, S-E, 1980. Marken - värmeförråd och värmekälla (Byggforskning) nr 4, 1980. Stockholm.

Lundkvist, H, 1983, Markbiologiska effekter av ytjordvärmesystem. I: Hård, S (ed.), Seminarium om miljöeffekter av ytjordvärmesystem. (Inst. för vattenbyggnad, CTH.) Report Series B:42, p. 10-18. Göteborg.

Svensson, R, 1983, Effekter på prydnadsväxter av ytjordvärmeuttag. I: Hård, S (ed.), Seminarium om miljöeffekter av ytjordvärmesystem. (Inst. för vattenbyggnad, CTH.) Report Series B:42, p. 19-26. Göteborg.

Troedsson, T, et al, 1979, Ekologiska effekter av markvärmeuttag. Delredogörelse nr 1. (Statens råd för byggnadsforskning) BFR-anslag 780635-4.

Troedsson, T, et al, 1982, Ekologiska effekter av ytjordvärmeuttag. (Statens råd för byggnadsforskning.) Rapport R51:1982. Stockholm.

Ullström, K-E, 1961, SPF:s växtatlas. (Sveriges Pomologiska Förening) Stockholm.

Wallentinus, H-G, 1983, Omgivningspåverkan av ytjordvärmeanläggningar. I: Hård, S (ed.), Seminarium om miljöeffekter av ytjordvärmesystem. (Inst. för vattenbyggnad, CTH.) Report Series B:42, p. 182-183. Göteborg.

Wallentinus, H-G, 1984, Miljökonsekvenser av ytjordvärmeanläggning. Underhandsrapport 1984-01-03. (Inst. för kulturteknik, KTH.) Stockholm.

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 821032-4 från Statens råd för byggnadsforskning till Miljövårdscentrum, KTH, Stockholm.

Art.nr: 6704119

Abonnemangsgrupp:
W. Installationer

R119: 1984

ISBN 91-540-4232-1

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 7853
103 99 Stockholm

Cirkapris: 30 kr exkl moms