



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

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



Rapport

R94:1978

**Förstudier av byggnads-
uppvärmning med
jordvärmepump**

**Förutsättningar i befintlig
bebyggelse**

Nicke Blomquist

Lars Jacobson

Byggforskningen

TEKNISKA HOGSKOLAN I LUND
SEKTIONEN FOR VAG- OCH VATTEN
BIBLIOTEKET

R94:1978

FÖRSTUDIER AV BYGGNADSUPPVÄRMNING
MED JORDVÄRMEPUMP

Förutsättningar i befintlig bebyggelse

Nicke Blomquist
Lars Jacobson

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
770610-9 från Statens råd för byggnadsforskning till
Avd. för husbyggnad, CTH, Göteborg.

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

Nyckelord:

småhus
flerfamiljshus
uppvärmning
jordvärme
förutsättningar
befintlig bebyggelse
mark

UDK 697.7
550.36

R94:1978

ISBN 91-540-2938-4

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	PROJEKTETS BAKGRUND OCH INRIKTNING	5
2	FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR JORDVÄRMETILLÄMPNING	7
2.1	Teknik	7
2.2	Mark	8
2.3	Hus	14
3	ÖVERSIKTLIG KARAKTERISTIK AV BOSTADSBEBYGGELSEN	19
3.1	Bebyggelse typer och hustyper	19
3.2	Småhus	19
3.3	Flerbostadshus	22
3.4	Uppvärmningssystem	23
3.5	Ventilationssystem	25
3.6	Tappvattensystem	25
3.7	Elektriska installationer	25
3.8	Byggnadsomslutande delars tekniska status	25
4	JORDVÄRMEFÖRUTSÄTTNINGAR FÖR OLIKA HUSTYPER	29
4.1	Definitioner. Parametrar.	29
5	SAMMANFATTANDE BEDÖMNING	43
	REFERENSER	45

1 PROJEKTETS BAKGRUND OCH INRIKTNING

Möjligheterna att använda jordvärme med hjälp av värmepump för byggnadsuppvärmning begränsas av flera faktorer.

En är husens erforderliga energibehov i förhållande till för jordvärmeuttag användbar markyta eller jordvolym. En annan väsentlig faktor är husens belägenhet ur geologisk synpunkt där skilda förutsättningar påverkar det värmeupptagande systemets utformning.

En tredje faktor är värmepumpens egenskaper ur teknisk och ekonomisk synpunkt.

Dagens jordvärmepumpsystem har förhållandevis hög investeringskostnad per installerad enhet och förbrukningsställe jämfört med andra uppvärmningssystem. Som energibesparande åtgärd måste jordvärmepumpsystemet vägas mot andra åtgärder som också kan påverka husens energiomsättning och tekniska kondition i övrigt.

De här redovisade förstudierna syftar till att ge en översiktlig bild av några av de förutsättningar för användning av jordvärme som finns i den befintliga svenska bostadsbebyggelsen. Arbetet utgör en inledning till mer omfattande forskningsuppgifter inom jordvärmegruppen vid CTH.

Politisk enighet råder idag om att bebyggelsens energiförbrukning skall minskas. De vägar man kan gå för att ändå tillmötesgå dessa krav måste därför vara många.

De initiativ till åtgärder i bebyggelsen som minskar husens energiförluster som nu tas är positiva genom att de varaktigt kan höja husens tekniska kvalitet. Samtidigt har t ex isoleringsåtgärder i vissa fall endast en marginell effekt på husets hela energibehov som inte uppväger miljöpåverkan eller är ekonomiskt försvarbara.

Användning av jordvärme i befintlig bebyggelse är då en väg som kan vara användbar i vissa situationer.

Med hjälp av värmepump kan de befintliga husens energibehov delvis tillgodoses med i jorden ackumulerat solvärme så att behovet av till huset inköpt energi minskar. Därmed minskar dock inte självklart landets behov av inköpt energi.

Ej heller påverkas husens behov av tillförd uppvärmningsenergi eftersom husens energiförluster kvarstår. Detta kan ha betydelse i en avspärrningssituation.

Man skall också vara medveten om att en konvertering av hus från oljeuppvärmning till jordvärme med eldrivna värmepumpar ställer krav på följdinvesteringar i elkraftproduktions- och distributionsanläggningar. Större förbränningsmotordrivna värmepumpar ger här en annan bild som bör beaktas.

För att utveckla jordvärmepumpstekniken för användning i befintlig bebyggelse behövs kunskap om bebyggelsen. De uppgifter om husen och bebyggelsen som finns är idag lagrade på ett otill-

gängligt sätt i olika arkiv. Metoder att för olika ändamål komma åt byggnadsdata är föremål för forskning. I denna rapport ges därför en översiktlig karakteristik av den svenska bostadsbebyggelsen i för jordvärmeanvändning väsentliga avseenden. Denna karakteristik baseras dels på olika utredningar, dels på tillgänglig statistik och eget inventeringsmaterial.

En viktig förutsättning som ges av den befintliga bebyggelsen är tillgången på användbar mark i förhållande till det erforderliga energibehovet. För en grov bedömning kan då förhållandet mellan uppvärmd våningsyta och markyta, det s k bruttoexploateringsstalet, vara till hjälp. I praktiken är de tillgängliga markytorna dock mindre och en uppskattning av den fria markyta som finns inom husens tomtmark redovisas därför tillsammans med en allmän miljöbeskrivning.

Som grund för en beräkning av husens energiprofil redovisas olika hustypers egenskaper beträffande omslutningsytorna.

Husens befintliga tekniska installationer utgör en stor investering som måste beaktas. Kompletteringar och förändringar av dessa är beroende av husens stomme. De uppgifter som redovisas i dessa avseenden är i huvudsak hämtade ur den statistik som framkommit inom BFR-projektet Energistatistik.

Mot bakgrund av de förutsättningar som ges av den befintliga bebyggelsen kan man konstatera att byggnadsuppvärmning med jordvärmepump i olika system kan vara aktuell både som större och som mindre anläggningar.

2 FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR JORDVÄRMETILLÄMPNING

2.1 Teknik

De hittills praktiskt använda ytjordvärmesystemen utnyttjar horisontellt förlagda slangar ca 1 1/2 meter ned i jorden. Med detta system behöver värme aldrig återföras artificiellt i jordmagasinet, solvärmnet och regnvatten når ju jorden ändå, vilket är en fördel.

Det är vidare enkelt att i lätt grävbar jord lägga ned slangarna och påverkan ovan mark blir enligt hittills vunna erfarenheter liten i driftsskedet. Frysvärmet i det vatten som finns i jorden kan ofta utnyttjas utan att särskilda problem behöver uppstå i jorden.

Systemet har också nackdelar.

Eftersom temperaturen i jordens ytlager väl följer utomhustemperaturen kan inte alltför stora värmemängder tas ut och systemet kräver därför avsevärd plats. Med horisontellt nedgrävda slangar krävs också att markytan är tillgänglig för maskiner. Bersåer, plattgångar och fruktträd kan inte köras över hur som helst i en uppvuxen trädgård även om sådana restriktioner inte föreligger vid nybebyggelse.

För ett befintligt hus med stort uppvärmningsbehov kan detta medföra att tillgänglig tomtyta inte räcker till. Antingen tvingas man då tillföra värme på annat sätt t ex med tillsatsvärme eller hämta värmet från annat ställe t ex från uteluften eller husets frånluftssystem. En tredje möjlighet är att de horisontella jordvärmekollektorerna utformas så att de kan nå jordvolymmer som inte kan nås rakt uppifrån. Man kan t ex tänka sig att från en central grundbrunn radiellt trycka ut kollektorer i form av koncentriska rör mer eller mindre horisontellt så att man når inunder träd, uteplatser etc.

Om den tillgängliga markytan är liten och om jorddjupen är större, kanske 10-20 m, kan vertikala jordvärmesystem vara aktuella. Huvudprincipen för dessa är att kollektorer av två koncentriska rör sticks ned vertikalt i jorden och att i dessa kollektorer cirkulera den väremupptagande vätskan till värmepumpen. Fördelen är att man kan nå stora jordvolymmer på en begränsad markyta med ringa åverkan på denna.

Hittills gjorda försök med vertikala system visar att värmnetillförsel sommartid är nödvändig, då solvärmnet inte tränger ned mer än ca 3 m i jorden. Man kan därför tänka sig att tillföra och lagra extra värme i jorden.

Energitillförseln kan ske genom att den cirkulerande vätskan värms upp av enkla solfångare, uteluftbatterier eller med hjälp av frånluft från huset.

Systemet är under utveckling och god kunskap om de geologiska förutsättningarna är nödvändig för tillämpningen.

2.2 Mark

Tillgången på mark med lämpliga geologiska förutsättningar är avgörande för möjligheterna att använda olika jordvärmesystem. Ingenjörsgelogiska kartor är här ett viktigt hjälpmedel. Om sådana inte finns kan man för översiktligt bruk använda ekonomiska kartan eller flygfoton för att få en uppfattning om markförhållandena.

Bebyggelsens täthet anges ofta som ett exploateringsstal och uttrycker kvoten mellan våningsytan och markytan. Detta tal är alltså ett grovt mått på de krav som ställs på jordlagrens tjocklek och övriga egenskaper. Exempel på exploateringsstalskartor framställda av avdelningen för husbyggnad från mätningar i stereomodeller visas i fig 1, 2 och 3. Husvolymerna har mätts upp och våningsytan beräknats i förhållande till markytan inom de områden som naturligen hör till en viss husgrupp eller ett visst bostadsområde. Den så erhållna kvoten har vi benämnt områdesexploateringsstal. Med kännedom om husens genomsnittliga energiförbrukning, vanligen 200-300 kWh/m² ly år, betyder t ex exploateringsstalet 0,15 att man behöver ta ut 30-40 kWh/m² år från jordlagren.

I verkligheten begränsas de användbara markytorna ytterligare genom lekplatser, planteringar, parkeringsytor osv, så att endast en mindre del av marken inom ett bostadsområde kan användas.

Allmänt kan man skilja på två bebyggelsekategorier. Den ena omfattar bebyggelse med liten andel mark upplåten för gemensamt eller allmänt bruk. Hit hör t ex äldre villabebyggelse där friytorna så att säga inlemmats i tomtplatserna. Möjligheterna att använda jordvärme bestäms här nästan helt av förutsättningarna på den enskilda tomt. Tomtens storlek och disposition liksom husplacering gör att den tillgängliga, oftast gräsbevuxna ytan här vanligen varierar mellan en tredjedel och två tredjedelar av tomtytan. Exempel visas i fig 4, 5, 6 och 7.

I den andra huvudtypen är bebyggelsen koncentrerad till en del av tomten eller markområdet medan resten inte sällan är avsedd för gemensamma ändamål under förvaltning av förening eller samfällighet. Exempel på sådan bebyggelse är nyare rad- och kedjehusområden samt nyare områden med flerbostadshus. Den egentliga tomtplatsen är här ofta så liten att de 10-50 % av tomtytan som är tillgänglig skulle medföra ett mycket stort energiuttag ur jorden. Förutsättningarna för jordvärme är här till stor del beroende på hur och om den för gemensamma ändamål avsatta marken kan användas.

I samband med att stadsplan upprättas görs undersökningar av geologin som grund för bland annat ändamålsuppdelningen. Stadsplanen och tillhörande utredningsmaterial utgör därför en källa som kan användas vid bedömning av jordvärme i befintlig bebyggelse.

Användningen av jordvärme kan vara juridiskt komplicerad om gemensamma ytor behöver tas i anspråk.

I de studier av markdispositionen i olika bebyggelse typer som vi gjort utgår man från det område närmast huset som är eller är

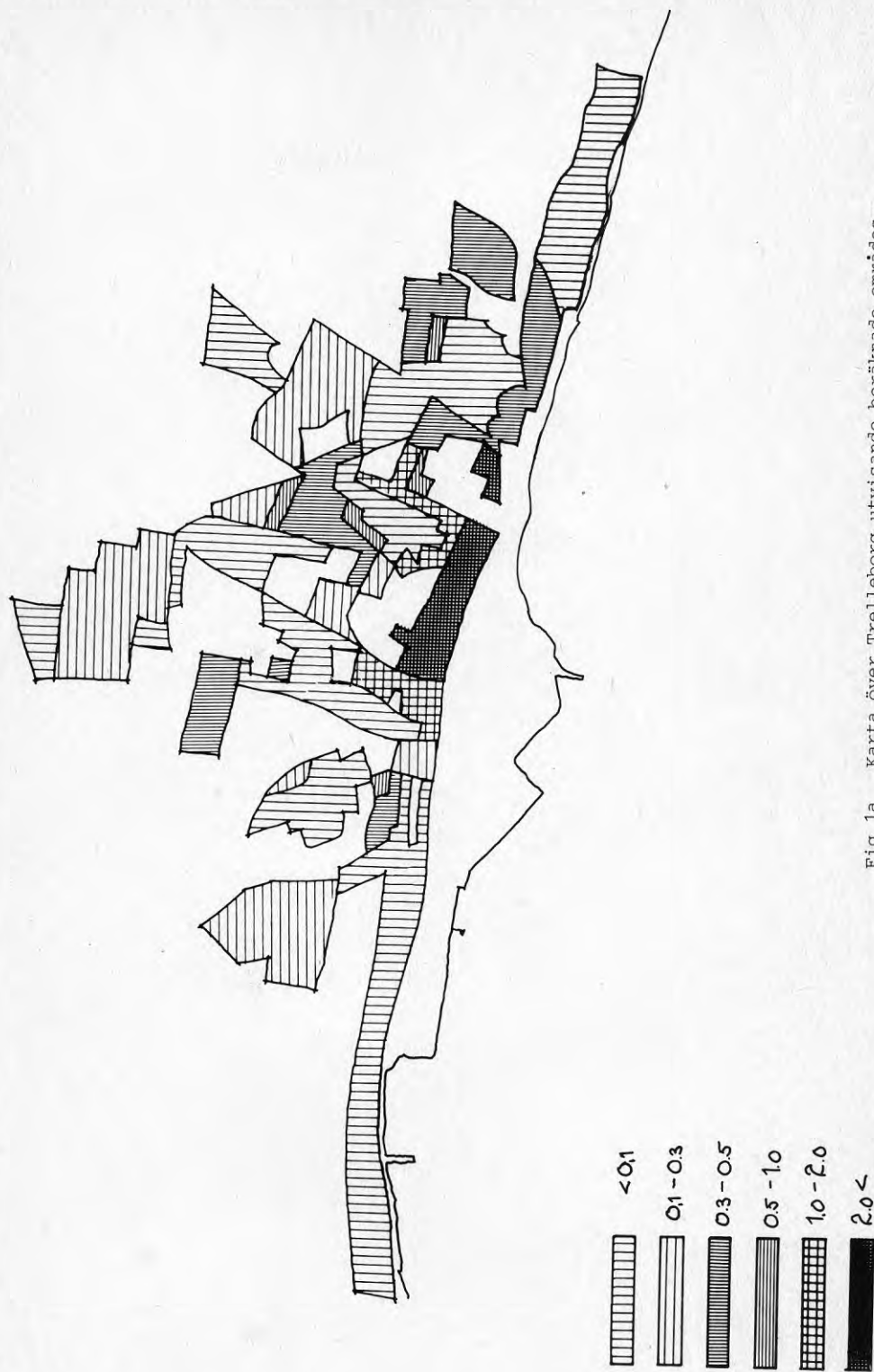


Fig 1a Karta över Trelleborg utvisande beräknade områdes-
exploateringsstal.

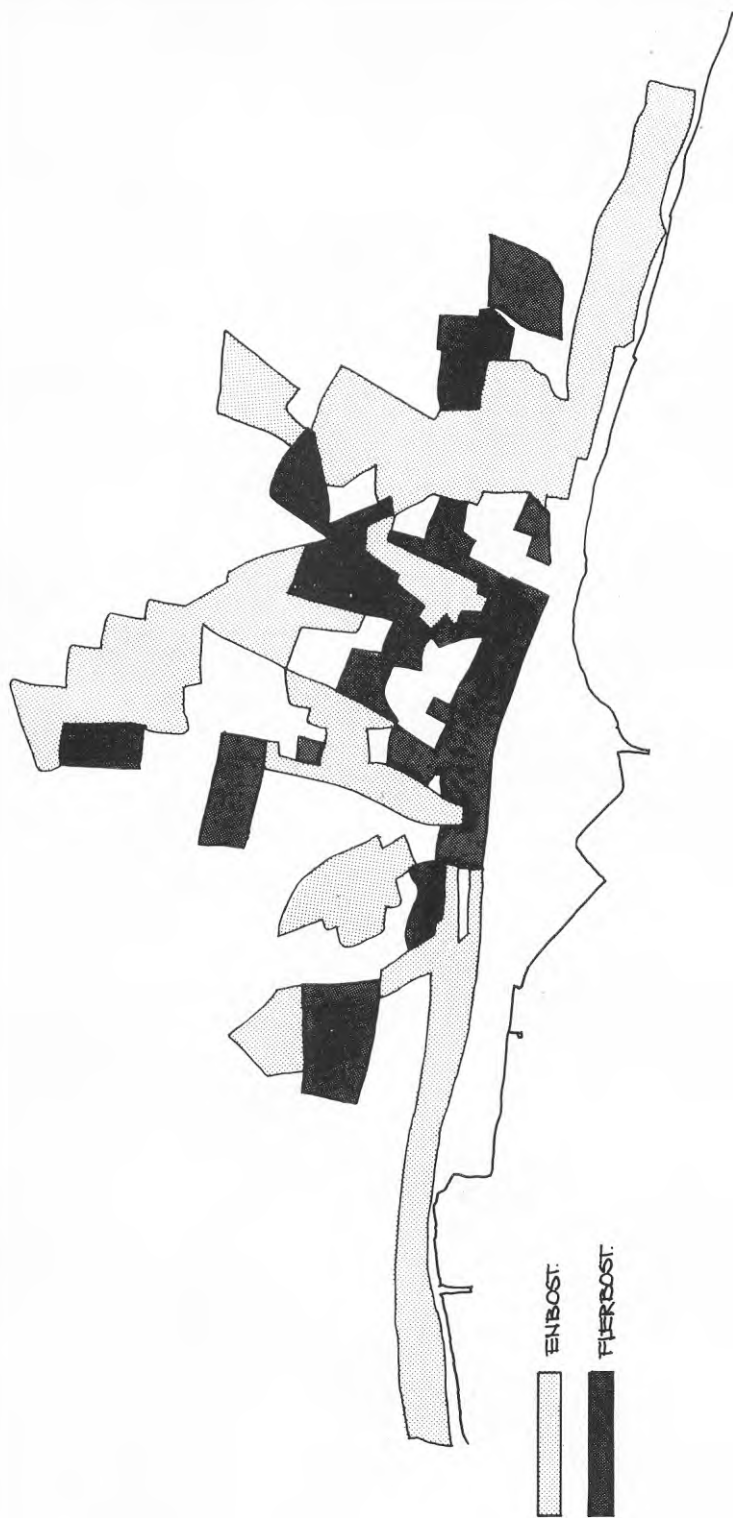


Fig 1b Karta över Trelleborg utvisande typ av bostads-
bebyggelse.



Fig 2a Karta över Gävle utvisande beräknade områdes-
exploateringsstal.



Fig 2b Karta över Gävle utvisande typ av bostadsbe-
byggelse.

Fig 3a Karta över Sandviken utvisande beräknade områdes-
exploateringsstal.

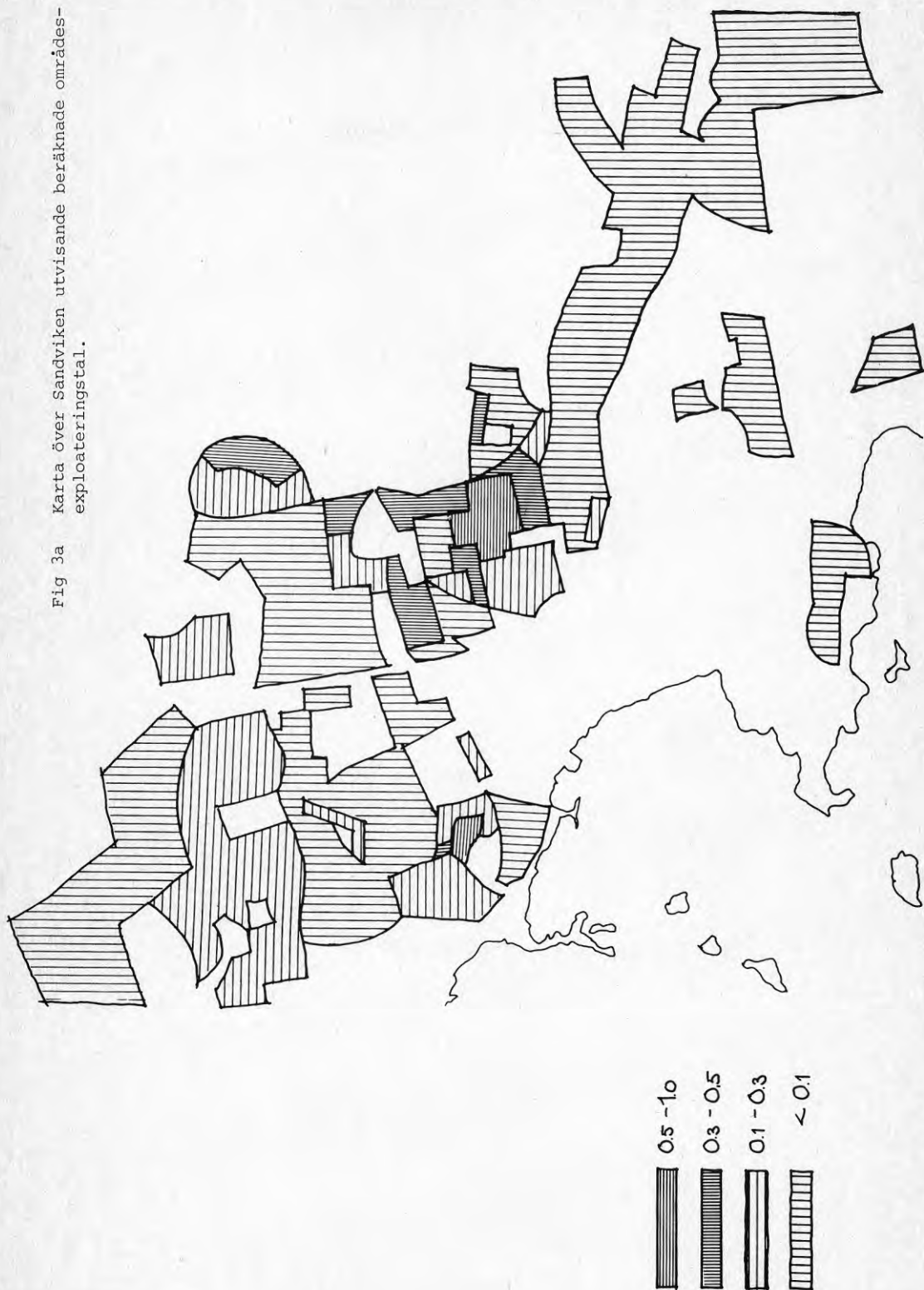


Fig 3b Karta över Sandviken utvisande typ av bostadsbyggelse.



Fig 4 Exempel på något äldre tomt för friliggande enbostadshus. Måttet A kan variera men tomt-erna är oftast större än 1500 m^2 .

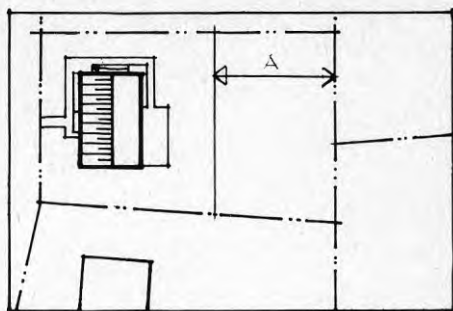


Fig 5 Exempel på nyare tomt för friliggande enbostadshus (ej gruppbyggt). Måttet A kan variera men i allmänhet är tomterna mindre än 1500 m^2 .

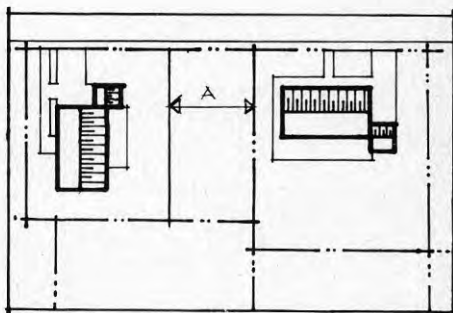


Fig 6 Tvåbostadshus kan förekomma som symmetriskt spegelvända parhus som till vänster i bilden eller som ett till synes vanligt hus, oftast med två våningar men innehållande två lägenheter. Tomterna är ofta mindre än 1000 m^2 .

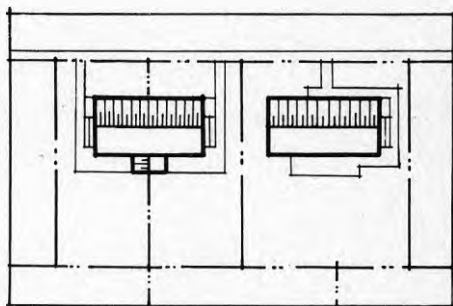
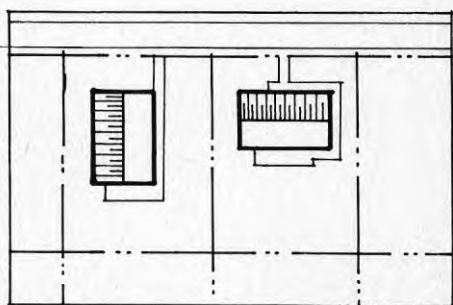


Fig 7 Husets placering på tomten har betydelse för hur stor den tillgängliga ytan är. Långa och smala eller flera uppdelade friytor blir ofta små eftersom häckar i t ex tomtgräns och planteringar har en viss minibredd.



att betrakta som tomtplats. Inom detta har sedan markytans disposition studerats i stereobildpar och klassats som tillgänglig eller inte, beroende på användning, planteringar av "värde" eller synlig berggrund. Exempel visas i fig 8, 9, 10 och 11. Förekomsten av områden som utöver detta kan tänkas användas har noterats i kap 4 för varje hustyp men ej självklart ansetts kunna utnyttjas för jordvärme. Förutsättningarna är ju här mycket varierande som visas i fig 12, 13 och 14.

Av materialet framgår emellertid att ett inte obetydligt antal gemensamma jordvärmeanläggningar kan tänkas bli aktuella både i enbostads- och flerbostadsområden. Både horisontella och vertikala system kan ifrågakomma. Storleken av systemen bestäms bl a av transportsträckorna för det värmeupptagande mediet samt transportsträckorna för det producerade värmnet.

2.3 Hus

Om man ser huset som ett energisystem kan man konstatera att nästan all energi som tillförs huset lämnar detta som värme genom väggar, golv, tak, fönster, avloppsvatten och ventilationsluft. Energitillförseln sker genom solvärme, personvärme, elapparater och uppvärmningssystemet. Vissa poster på tillförselsidan är svåra att bestämma liksom andra på förlustsidan. Därför innehåller alltid energibalansberäkningar där husets energiprofil framträder antaganden som mer eller mindre riktiga.

Som exempel kan nämnas ett modernt enbostadshus.

Enbostadshusets energiförluster kan uppskattas till ca 10000 kWh årligen p g a transmission, ca 7000 kWh genom ventilation och ca 4-5000 kWh genom varmvatten. Energi tillförs bl a genom personvärme ca 1500 kWh/år, solvärme ca 1500 kWh/år och hushållsapparater 4-5000 kWh/år. Denna energi nyttiggörs normalt och därmed minskas husets behov av energi genom värmesystemet till ca 14000 kWh/år med en maxeffekt på ca 7 kW. Uppvärmningssystemets energibehov skulle kunna produceras med värmepump, vilken erfordrar ca 7000 kWh/år för sin drift om man antar en värmefaktor om ca 2,0. Besparingen på tillförselsidan uppgår då enligt exemplet till ca 7000 kWh/år eller 35-40 % per år av totala omsättningen.

För ett lika stort hus med sämre täthet och värmeisolering kan motsvarande exempel se ut på följande sätt.

Transmissionsförluster	15000 kWh/år
Ventilationsförluster	10000 "
Varmvatten	4-5000 "
Solvärmetillskott	1500 "
Personvärmetillskott	1500 "
Från hushållsapparater	4-5000 "
Erforderligt energibehov från värmesystem	22000 kWh/år

För att producera denna värmemängd behöver en värmepump med värmefaktorn 2 ca 11000 kWh elenergi per år. Behovet av inköpt energi blir då 11000 kWh + hushållsel 4-5000 kWh årligen vilket

Fig 8 Exempel på öppen kvartersbebyggelse med flerbostadshus från 1960-talet. Friytan emellan husen kan anses utgöra tomtmark och är ofta utformad som parkområde och vanligen försedd med planterade buskage och träd samt gräsbevuxen. Ibland utgörs dock friytan av någon särskilt naturskön kulle med berg.

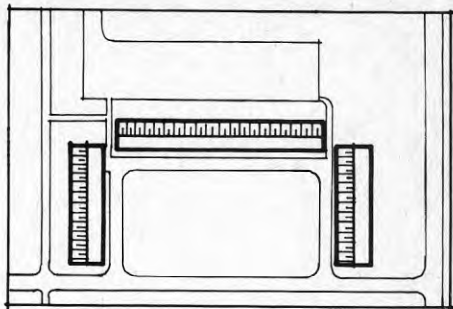


Fig 9 Exempel på öppen kvartersbebyggelse med flerbostadshus från 1930- och 1940-talet. Närmast husen förekommer ofta häck- eller rabattplanteringar som gör att den återstående tillgängliga tomtytan blir relativt liten.

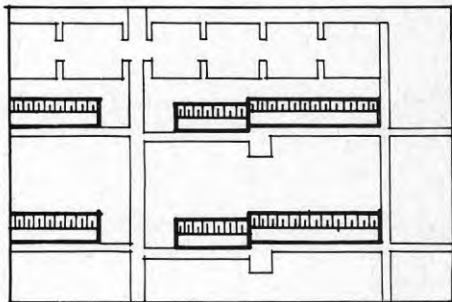


Fig 10 Exempel på öppen kvartersbebyggelse med flerbostadspunkthus, vanlig under 1950-talet. Husens form gör att inte sällan relativt stor del av tomtytan är tillgänglig och åtkomlig uppifrån.

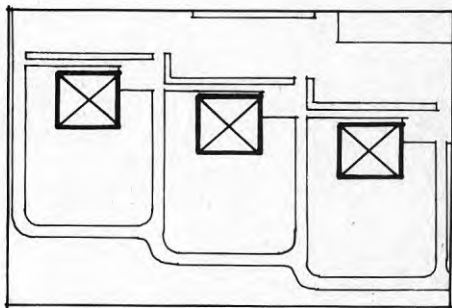


Fig 11 Exempel på sluten kvartersbebyggelse vanlig i stadskärnor. Endast mycket liten del av tomterna utgör mark som inte används för trafik eller parkering.

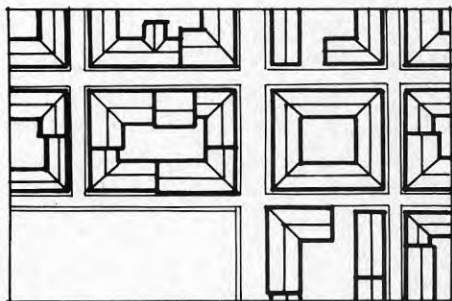


Fig 12 Nyare enbostadshus i radhusbebyggelse har ofta mycket små tomter som ofta kompletteras med en omedelbart utanför tomten liggande grönyta med god tillgänglighet.

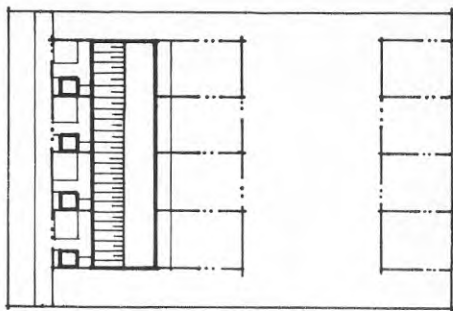


Fig 13 Kedjehustomterna har vanligen längre tomtgräns mot gata och något större tomter som kan vara kompletterade med grönområde i nära anslutning till tomten.

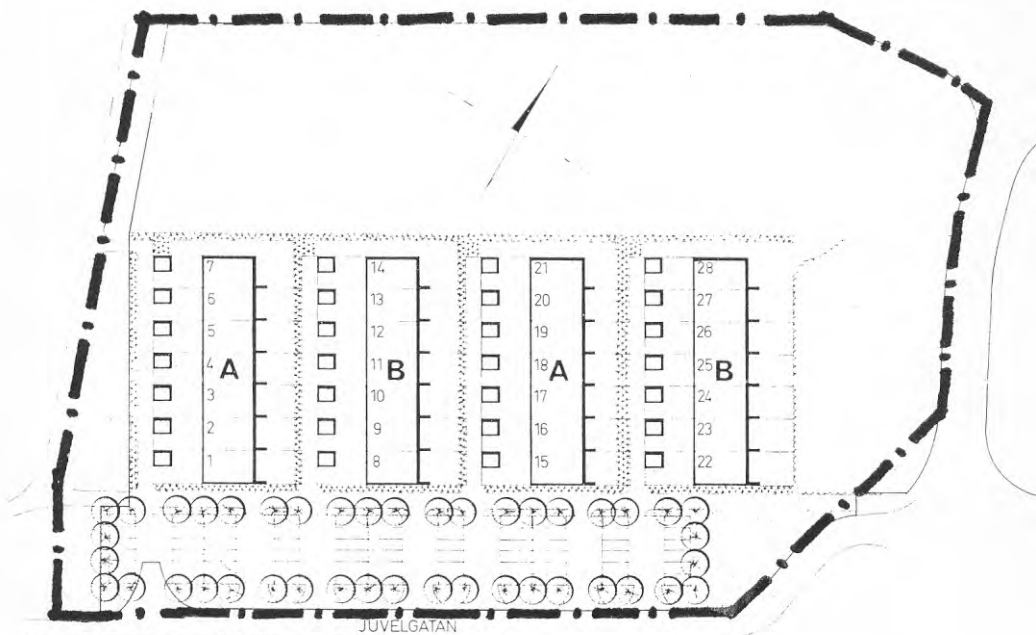
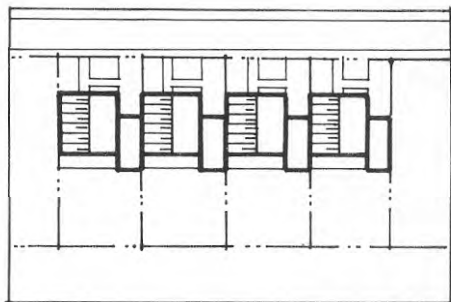


Fig 14 Exempel på ett stadsplaneområdes omfattning där en del av området avsatts för trafikändamål, en del för bostadsändamål och en del som grönområde. Med 28 st små tvåvånings radhus à 95 m² ly blir områdesexploateringsstalet här omkring 0,20 med en samlad friyta på 6000 m².

innebär en besparing på 11000 kWh/år eller drygt 40 %.

Av exemplen framgår att ju bättre huset är ur isoleringssynpunkt desto mindre blir besparingen genom värmepumpen både absolut och relativt.

Förutom transmissionsförlusterna som ju beror av husets väggar, fönster, tak och golv är ventilationsvärmets den största posten i husets energiprofil och därför av särskilt intresse.

I exemplen har ventilationsförlusterna beräknats på 0,5 omsättningar per timme vilket är den ventilation som bl a av hygieniska skäl krävs i byggnormen. Många hus är idag så otäta att ventilationen är större men förbättringsåtgärder av olika slag kommer sannolikt att få utbredd tillämpning. Tätningsslistor i fönster och dörrar, drevning och tätning längs golv- och taklistor är enkla men effektiva åtgärder. Enbart montering av tätningsslistor beräknas kunna sänka ventilationen med 0,15 oms/h. Mätningar visar att husen kan ges en sådan täthet att en minimiventilation av 0,2-0,3 oms/h kan åstadkommas.

För att bibehålla en hygienisk ventilation och undvika risken för smutsavsättningar på köldbryggor som regler etc måste man medvetet öka ventilationen. Detta innebär att en större del av ventilationsluften på sikt kommer att behöva bortföras centralt genom frånluftssystemet. Därigenom kan ventilationsvärmets lättare nyttiggöras.

Ett rent värmeväxlersystem kan vara svårt att integrera i befintliga hus eftersom tilluftskanaler vanligen saknas. I en värmepump kan ventilationsvärmets dock ersätta en del av jordvärmets som tillförs värmedistributionssystemet varvid kraven på jordvärmemagasinet skulle sjunka. I vertikala jordvärmesystem skulle värmeinnehållet i den sommartid mycket varma rumsluften även kunna återföras ned i jorden. En ökad ventilation sommartid skulle också medföra en komforthöjning under sommaren.

De system för att distribuera värme för rumsuppvärmning som finns i den befintliga bebyggelsen är få. Helt dominerande är radiatorsystemen med väggradatorer under fönstren. Dessa kan sannolikt utnyttjas även i jordvärmepumpsystem, ev med mindre modifikationer vilket också bör beaktas i utvecklingsarbetet.

3 ÖVERSIKTLIG KARAKTERISTIK AV BOSTADSBEBYGGELSEN

3.1 Bebyggelse typer och hustyper

Den för jordvärme nödvändiga tillgången på lämplig mark kan grovt uppskattas med hjälp av exploateringstalet dvs lägenhetsytan i förhållande till den markyta som bebyggelsen omfattar. Områdes-exploateringstalet sträcker sig från ca 0,05 för gles enbostads-bebyggelse till ca 2,0 för tät flerbostadsbebyggelse i slutna kvarter.

Olika hustyper har, beroende på förhållandet mellan omslutningsytorna, deras värmegenomgångstal och lägenhetsytorna, olika specifik energiförbrukning (kWh/m² ly) för uppvärmning. Härtill kommer hushållsel och varmvattenförbrukningen som ytterligare påverkar skillnaderna i totalförbrukning. Dessa senare är i hög grad brukarberoende.

I denna förstudie har tyngdpunkten på arbetet lagts vid bostadsbebyggelse. 1975 fanns (enligt Statens planverk, rapport 41, 1977) 1,47 milj lägenheter i småhus och 2,06 milj lägenheter i flerbostadshus innehållande 7,2 resp 6,6 milj rumsenheter. Fig 15. Nettoenergiförbrukningen i småhus resp flerbostadshus redovisas också i samma rapport. Fig 16 och 17.

3.2 Småhus

Med hänsyn till att småhusen har ett genomsnittligt sett lågt exploateringstal är jordvärme med horisontella system ofta ett tänkbart värmeförsörjningsalternativ om de geologiska förutsättningarna tillåter detta.

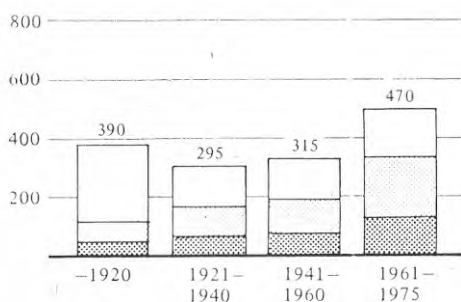
Den äldre småhusbebyggelsen, främst den som byggdes före 1940, har relativt stora tomter men byggnader med i andra avseenden mindre gynnsamma förutsättningar. Även om husen i viss utsträckning har förbättrats med tiden har de ofta sådan planlösning att de vid upprustning behöver byggas till för att tillgodose bostadsfunktionskraven. Därvid kan ur energisynpunkt bättre förhållande mellan omslutningsytor och bostadsyta erhållas.

En del äldre småhusområden i närheten av storstadsregionerna har under senare år förtätats genom avstyckning och komplettering, varvid genomsnittlig tomtstorlek minskat. Omfattningen av detta har dock varit ringa och de sålunda nyskapade tomterna fortfarande oftast jämförelsevis stora.

Den medelålders småhusbebyggelsen (1940-1960) har vanligen något mindre tomter. Under perioden 1950-1965 ökade andelen enplanshus markant på 1 1/2-planshusens bekostnad, från 45 till 80 % av årligen nybyggda småhus. Husen blev också större. Andelen tremrumslägenheter i småhusproduktionen sjönk från 1950 till 1965 från 45 till ungefär 10 %. Samtidigt ökade 4-, 5- och 6-rumslägenheterna med ca 10 procentenheter vardera.

I och med införandet av anvisningar till 1947 års byggnadsstadga

Småhus
Antal lgh 1000-tal



Flerbostadshus
Antal lgh 1000-tal

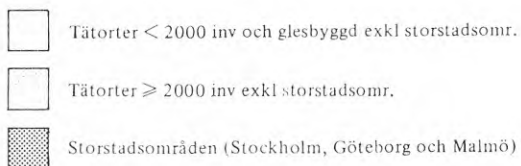
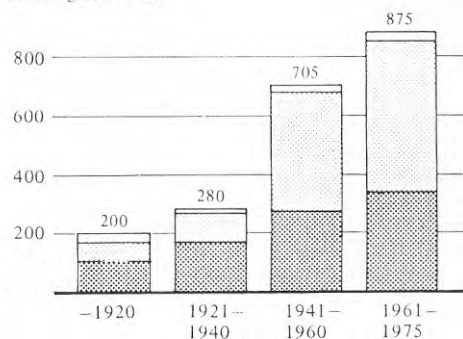
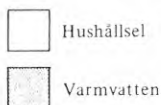
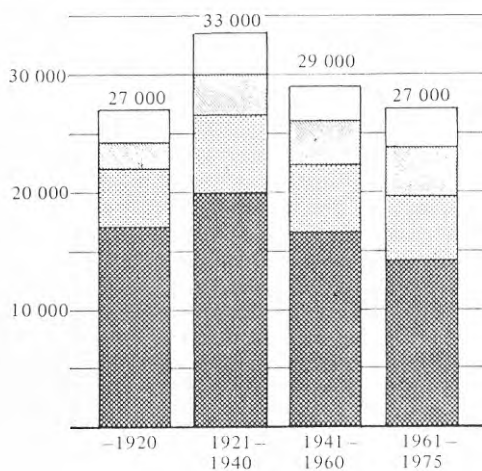


Fig 15 Antal lägenheter i det befintliga byggnadsbeståndet (1975) fördelade på hustyp, byggnadsår och region. (Källa: Statens planverk, Rapport 41, Fig 2:1).

Småhus
kWh



Flerbostadshus

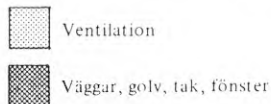
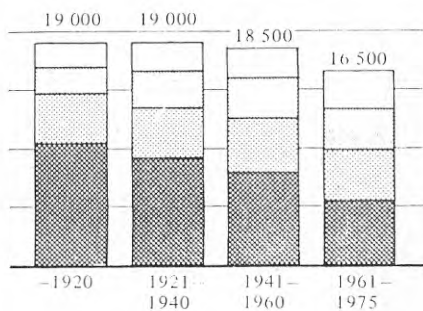


Fig 16 Nettoenergiförbrukning (1975) per lägenhet fördelade på hustyp och byggnadsår. (Källa: Statens planverk, Rapport 41, Fig 2:15).

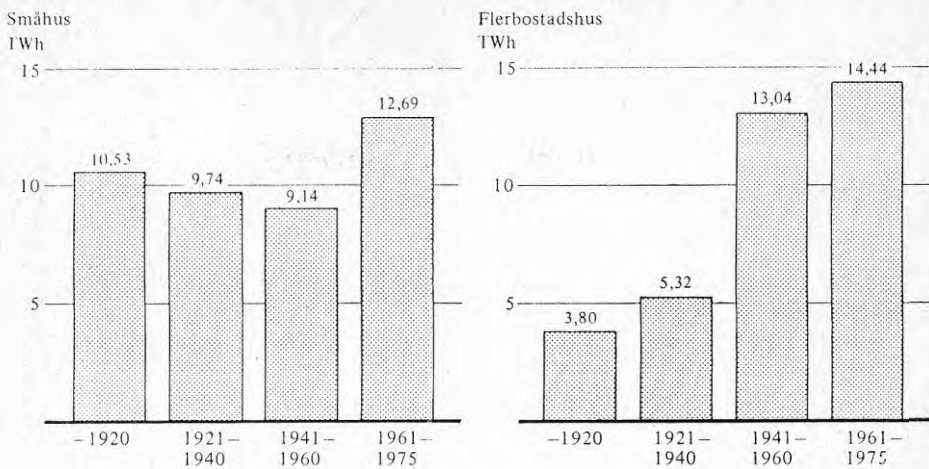


Fig 17 Nettoenergiförbrukning (1975) i det befintliga bostadsbyggnadsbeståndet fördelade på byggnadstyp och byggnadsår.

(Källa: Statens planverk, Rapport 41, Fig 2:16).

(BABS 1950), som haft bindande karaktär, torde relativt stor enhetlighet för småhusbebyggelsen från 1950 och framåt ha uppnåtts vad gäller byggnadsteknisk standard. Den enhetlighet som följer med villkoren för statlig belåning har i ökande utsträckning gjort sig gällande, särskilt på utrustningssidan. Från början på 1960-talet ökade både andelen och volymen statligt belånade gruppbyggda småhus starkt, från 8 000 till cirka 18 000/år 1973. På liknande sätt ökade även andelen småhus utan statliga lån.

Omkring 1970 vände den tidigare nedåtgående trenden för 1 1/2-planshusen så att de kring 1975 omfattade ca 50 % av det årliga småhusbyggeriet. Beträffande tomtstorleken kan man för de yngre småhusen (efter 1960) konstatera att grupphustomterna, som är avgjort flest, är små. 400-800 m² är vanligt. Styckehustomterna är genomgående större. Omkring två tredjedelar av dessa har en storlek mellan 800 och 1 200 m² och har ökat i storlek från 1970 och framåt.

Radhus och kedjehus blev vanligast i storstadsregionerna medan friliggande hus är vanligast i övriga tätorter och praktiskt taget allena rådande i glesbygd. Båda typerna svarade vardera för 40 å 45 % av den årliga småhusproduktionen från 1960 och framåt. Husstorleken ökade under denna tid mycket starkt, 1-1,5 m² bostadsyta/år samtidigt som källarförekomsten minskade kraftigt, särskilt för gruppshusen.

3.3 Flerbostadshus

Flerbostadshusbebyggelsen har som regel ett högre exploaterings-tal än småhusbebyggelsen. Ur jordvärmesynpunkt kan man skilja på fyra karakteristiska bebyggelsegrupper.

Stadskärnornas slutna, heterogena kvartersbebyggelse har i regel mycket högt områdesexploateringstal, 1,0-2,0, med små användbara markytor, vilket försvårar användning av horisontella ytvärmevärmesystem. Å andra sidan är denna typ av bebyggelse ofta belägen i dalgångar på djupare jordlager där vertikala jordvärme-system är tänkbara ur geologisk synpunkt.

Den stora volymen tvåvånings lamellhus, huvudsakligen byggda under 1940-, 50- och 60-talen har ofta exploateringstal omkring 0,5-1,0. Denna hustyp är flexibel vad gäller grundläggning genom att vikten inte är alltför hög och återfinns därför grundlagd både på djupare jordlager och berg, det senare gäller särskilt de äldre av dessa hus.

Den högre lamellhusbebyggelsen härstammar huvudsakligen från -60 och början av 70-talet och har områdesexploateringstal varierande mellan 0,3-2,0. Den återfinns ofta koncentrerad men ocentralt placerad. Kravet på näralliggande parkerings- och lekplatser har medfört att övriga friytor ofta samlats till sammanhängande områden vare sig dessa utgörs av natur- eller "parkmark". Jordvärme kan i vissa fall ändå vara tänkbart.

Från 1965 ökade också den årliga andelen flerbostadshus av 2-våningstyp och utgjorde 1971-75 hela 23 % av genomsnittligt antal producerade lägenheter i flerbostadshus. Områdesexploateringstalet för denna kategori kan vara förvånansvärt högt, upp

till 0,5. Hustypen tål inte alltför hög grundläggningskostnad och återfinns därför vanligen på lätt byggbar mark vilket kan vara positivt ur jordvärmesynpunkt.

3.4 Uppvärmningssystem

Huvuddelen av bostadshusens värmebehov täcks av oljeeldade pannor av olika storlek, fig 18. Värmet distribueras som varmvatten och avges nästan undantagslöst genom väggradiatorer. Systemen är optimerade för relativt höga framledningstemperaturer men radiatorerna är ofta överdimensionerade "för säkerhets skull". Vid användning av jordvärmepumpar eftersträvas en lägre framledningstemperatur varför befintliga radiatorytor eventuellt kan behöva kompletteras.

Förutom vattenradiatorsystem förekommer direktverkande elradiatorsystem, huvudsakligen i småhus, ca 300 000 st.

För lokaldominerade hus är bilden delvis en annan eftersom kylbehov kan föreligga under längre tidsperioder. Andelen lokaler med luftuppvärmning och takvärme (vattenburen) är större men värmebehovet täcks till 92 % av radiatorvärmare även i dessa hus.

Av SIB:s undersökning av husbeståndet från energisynpunkt (Statens institut för byggnadsforskning meddelande M:78:1) framgår att den kraftiga dominansen för egen oljeeldad panna är särskilt framträdande i småhusbebyggelsen från 1920-1960. Vid övergång till jordvärmepumpsystem är detta gynnsamt eftersom befintliga rörschakt för värmeledningar sannolikt kan användas. Beträffande radiatorernas dimensionering måste också beaktas det faktum att skorstenen med sin, ofta centralt placerade, stora värmeavgivande yta ej längre kommer att fungera som radiator.

Huvuddelen av den direkt eluppvärmda byggnadsvolymen återfinnes i den äldsta och nyaste småhusbebyggelsen. Detta förhållande torde ha två huvudsakliga orsaker. Den äldsta bebyggelsen kan ha försetts med eluppvärmning av bekvämlighetsskäl vid renovering - upprustning. För den nyaste bebyggelsen torde den viktigaste orsaken vara att investeringskostnaden blir låg. Delvis hänger detta samman med att en stor del av grupphusbeståndet saknar källare och därmed har mindre biutrymmen som kan inrymma egen panna och oljetank.

En del av den nyare och mer kompakta gruppbyggda småhusbebyggelsen är ansluten till fjärrvärme, dock i en totalt sett liten omfattning.

Flerbostadshusen är i mycket ringa utsträckning uppvärmda med direktel. Huvuddelen värms via vattenradiatorer från fjärrvärmenät eller större värmecentraler. Hus med egen panna återfinnes främst i den äldre och medelålders bebyggelsen fram till 1960 och omfattar närmare 30 % av den uppvärmda byggnadsvolymen i flerbostadshus. I 15-20 % av denna bebyggelse styrs värmeanläggningen av handreglerad shunt, i övrigt med utomhustermostat. Radiator- eller rumstermostat är sällan förekommande i flerbostadshus över huvud taget, regleringen sker med manuella ventiler. I den nyare flerbostadsbebyggelsen är uppvärmningssystemen

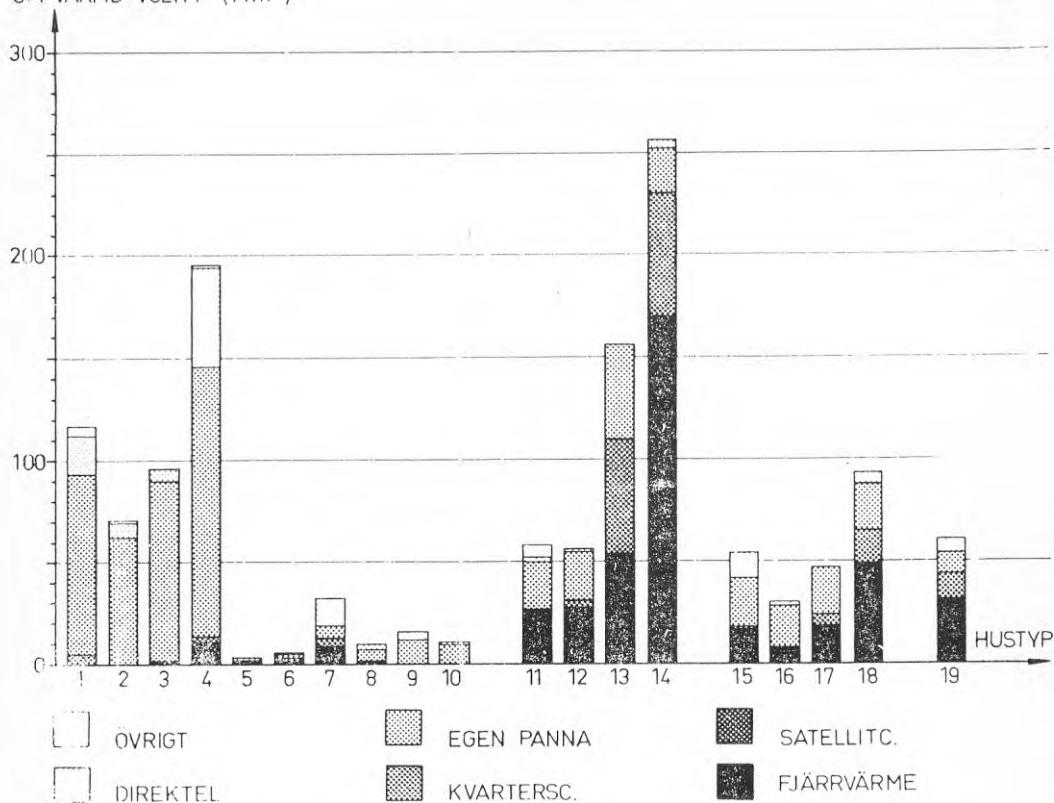


Fig 18 Fördelning av den totala uppvärmda byggnadsvolymer efter hustyp och försörjningssystem.
(Källa: SIB meddelande M78:1, fig 22).

Kod	Hustyp	Byggnadsår
1	Friliggande enbostadshus	-20
2	Friliggande enbostadshus	21-40
3	Friliggande enbostadshus	41-60
4	Friliggande enbostadshus	61-75
5	Rad- och kedjehus	-40
6	Rad- och kedjehus	41-60
7	Rad- och kedjehus	61-75
8	Tvåbostadshus	-20
9	Tvåbostadshus	21-40
10	Tvåbostadshus	41-75
11	Flerbostadshus (mer än 75 % bostäder)	-20
12	Flerbostadshus (mer än 75 % bostäder)	21-40
13	Flerbostadshus (mer än 75 % bostäder)	41-60
14	Flerbostadshus (mer än 75 % bostäder)	61-75
15	Hus med mer än 25 % lokaler (kontor och affärer)	-20
16	Hus med mer än 25 % lokaler (kontor och affärer)	21-40
17	Hus med mer än 25 % lokaler (kontor och affärer)	41-60
18	Hus med mer än 25 % lokaler (kontor och affärer)	61-75
19	Hus med lokaler (för vård, undervisning och annan verksamhet)	-75

Tabell 1. Nyckel till fig 18, 19 och kap 4 med angivande av hustyp och åldersklass.
(Källa: SIB meddelande M78:1, tab 2).

vanligen inreglerade så att jämn temperatur inom husen erhålls.

3.5 Ventilationssystem

Ventilationssystem av olika typ redovisas i fig 19. Anmärkningsvärd är den totala dominansen för självdragssystem utom för nyare flerbostadshus där mekaniska frånluftssystem är vanligast. Fläktstyrda till- och frånluftssystem förekommer mest i nya hyres- och affärshus samt lokalhus men även i rena bostadshus.

Det bör påpekas att funktionen hos alla ventilationssystem starkt påverkas av vädringsvanor och husens täthet vilket gör antaganden och beräkningar beträffande t ex energibehov osäkra. Detta har betydelse vid övergång till uppvärmning med värmepump. Den erforderliga energin för ventilation tillförs oftast genom radiatorerna och för självdragsventilerade hus ökar ventilationen med sjunkande utomhustemperatur. Radiatoreffekten behöver därför vara större än vad som antyds enbart av temperaturdifferensen ute-inne.

3.6 Tappvattensystem

Uppvärmning av tappvatten utgör 10-15 % av hushållens energiförbrukning. Installationerna har ur energiförbrukningssynpunkt låg standard i bebyggelsen som helhet. Vid produktion av varmvatten under icke eldningssäsong med oljeeldad värmepanna är verkningsgraden låg. Långa, oisolerade tappvarmvattenledningar medför också förluster som ej kan nyttiggöras under sommartid. Vidare är reglerystemen för temperatur och flöde vid tappställena sådana att betydande värmemängder aldrig används på avsett sätt.

Olika hygienvanor medför också stora variationer i energiförbrukningen.

3.7 Elektriska installationer

Alla elektriska hushållsapparater alstrar värme som delvis kan ersätta uppvärmningsenergin från värmesystemet, särskilt vintertid. Hushållselförbrukningen härrör huvudsakligen från apparatgrupperna spis-belysning-radio TV och kyl-frysskåp samt eventuell tvätt-torkanläggning vilkas förekomst och konstruktion märkbart kan påverka bilden av den till huset erforderliga energitillförseln.

3.8 Byggnadsomslutande delars tekniska status

Statens institut för byggnadsforskning finner att den äldre småhusbebyggelsens väggar och vindsbjälklag ur värmeisoleringsynpunkt sannolikt är bättre än vad som tidigare antagits vid be-

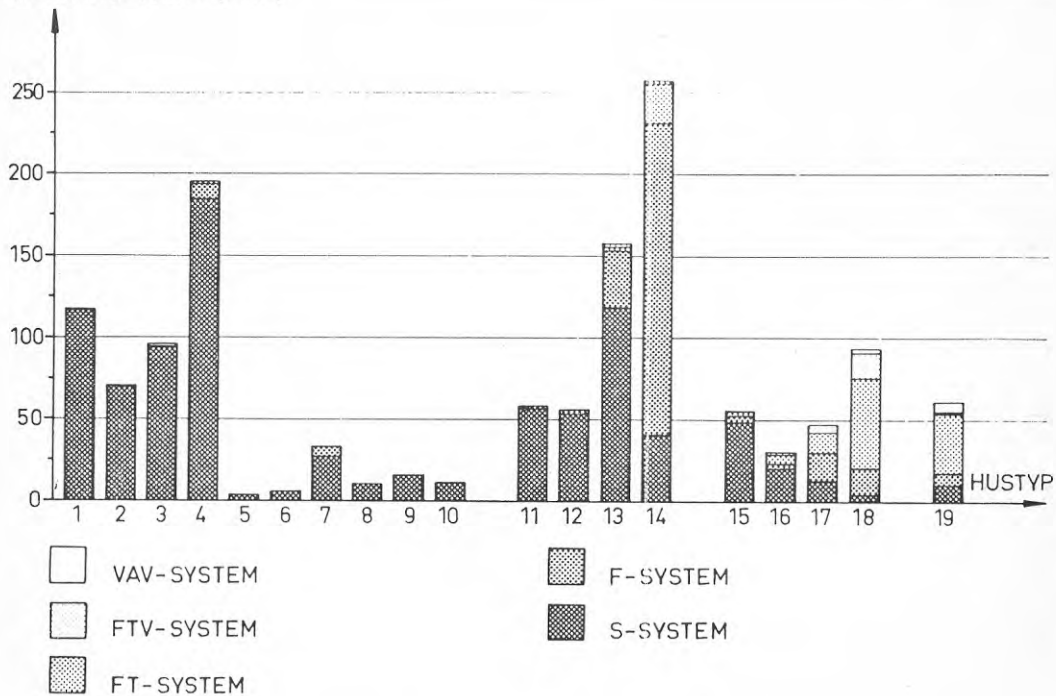
UPPVRÄRMD VOLYM (Mm³)

Fig 19 Typ av ventilationssystem i den uppvärmda byggnads-
volymen.
(Källa: SIB meddelande M78:1, fig 27).

räkningar rörande energiförbrukning. Detta kan ha flera orsaker. Dels sker upprustningar och förbättringsarbeten utan myndigheternas kännedom, dels kan befolkningsomflyttningar under 1960-talet ha bidragit till att antalet helårsutnyttjade småhus av sämre isoleringsstandard i glesbygden minskat.

En stor del av denna bebyggelse har tyngre trästomme med målad fasadpanel eller revetering, eventuellt med annat fasadmaterial uppsatt i efterhand.

Av brandskyddsskäl är träfasader främst förbehållna mindre hus. De äldre träfasaderna är i högre grad skadade av klimat och eftersatt underhåll. Fig 20.

Den andra huvudtypen har murverksstomme av tegel som kan vara putsad. Någon form av isolering kan ibland förekomma. I allmänhet är de putsade fasaderna i sämre skick än tegelfasaderna.

Ett vanligt ytskikt både på trä- och stenhus är asbestcement-skivor. Dessa kräver av estetiska skäl i många fall målning för att bibehålla fasadens fräschör.

Småhusbebyggelsen från 1940-1960 har ofta stomme av träreglar eller lättbetong. Dessa "egna hem" är i allmänhet i gott skick även om de har relativt högt k-värde både i väggar och tak. Eftersom en stor del av småhusen från denna tid utgörs av enplanshus torde med nyligen introducerade metoder vindsbjälklagens k-värde relativt lätt kunna sänkas. En sänkning av väggarnas k-värde får däremot arkitektoniska och kostnadsmissiga konsekvenser.

Småhusen från 1960 och framåt har generellt sett fasader av bättre kvalitet i trä eller tegel (alt kalksandsten). Ur värmeisoleringsynpunkt är de elvärmda husen ofta bäst eftersom dessa vanligen försetts med något tjockare isolering eller isolering av högre kvalitet. Erfarenhetsmässigt vet man dock att hus från denna period inte är särskilt täta. Detta har delvis konstruktiva orsaker medan det delvis beror på arbetsutförandet. Vanligen kan tätheten förbättras i efterhand med relativt enkla medel.

Den tekniska konditionen hos de äldre (före 1940) flerbostadshusen är mycket varierande beroende på grundläggning, underhåll och upprustning. Det finns både mycket bra och mycket dåliga hus från samma tidsperioder. Väggarna är vanligen av massiv tegel med högt k-värde men har å andra sidan stor värmetröghet. I den äldre bebyggelsen är fönstrens kvalitet ur värmeisoleringsynpunkt inte sällan dålig.

I och med den putsade eller fasadtegelklädda lättbetongens införande fick flerbostadsbebyggelsen från 1940 till 1960 bättre k-värden än tidigare. Fönster av 2-glas, kopplad typ standardiserades och blev allmänt använda på 40-talet varmed bättre täthet uppnåddes. En stor del av bebyggelsen från denna tid står nu inför 30-årsrenovering varvid energibesparande åtgärder av olika slag också är aktuella.

Den nyare flerbostadsbebyggelsen domineras av högre och lägre lamellhus med utfackningsväggar. Vanligaste fasadmaterial är tegel, puts, plåt och betonelement. Husen är för nya för att motivera omfattande nyinvesteringar ur isolerteknisk synpunkt.

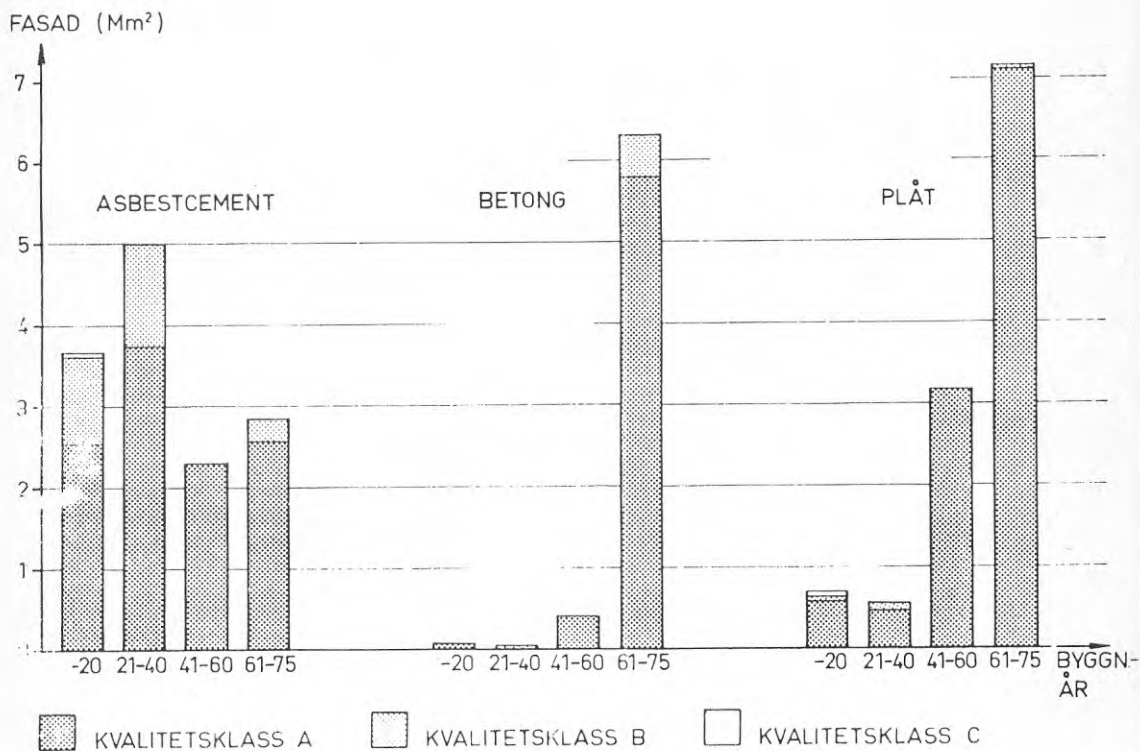
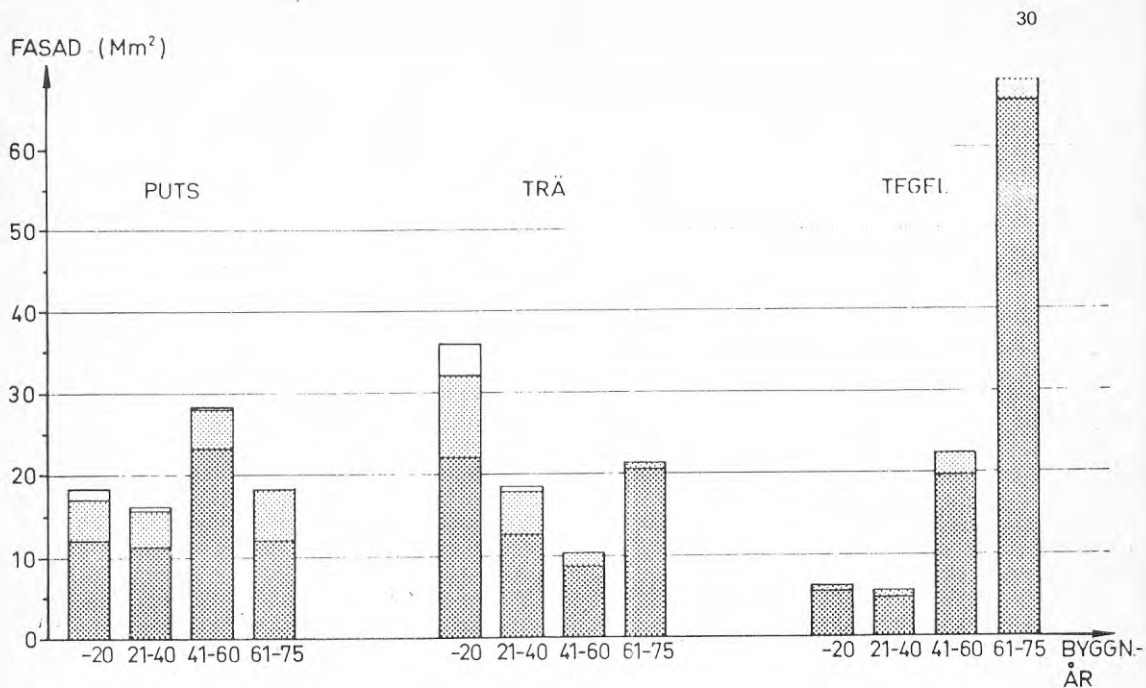


Fig 20 Total fasadareal med olika ytbeklädnad, byggnadsår och kvalitet.
(Källa: SIB meddelande M78:1, fig 9).

4 JORDVÄRMEFÖRUTSÄTTNINGAR FÖR OLIKA HUSTYPER

4.1 Definitioner. Parametrar

Som underlag för val och dimensionering av jordvärmepumpsystem erfordras kunskap om en mängd parametrar. I det följande redovisas uppgifter om hus av olika typ och ålder, främst som underlag för jordvärmegruppens fortsatta arbete.

För hustyper enl tab 1 redovisas här vanligaste våningsantal och vilken bebyggelse- och tätortstyp hustypen företrädesvis förekommer i. Vidare redovisas för hustyperna vanligt förekommande områdeexploateringsstal (lägenhetsyta/markyta) samt för jordvärme tillgänglig markyta inom fastigheterna som fri markyta/tomtyta. Dessa uppgifter baseras bl a på fotogrammetriska mätningar över Borås, Gävle, Sandviken och Trelleborg, utförda vid avdelningen för husbyggnad, CTH.

Totalsummor beträffande antal hus har erhållits ur SIB:s meddelande M 78:1 som också använts vid beräkning av genomsnittlig husstorlek och genomsnittligt lägenhetsantal. Uppgifter om tekniska system i och k-värden för väggar och tak i husen baseras i huvudsak på samma rapport. Husens övriga byggnadstekniska karakteristika anges endast grovt för horisontella och vertikala bärverk samt ytterväggsmaterial.

En översiktlig profil för husens energiförluster uppdelade på energi för transmission, ventilation och tappvarmvatten har beräknats för 120 000 gradtimmar årligen totalt per hus och per kvadratmeter lägenhetsyta. Hushållselförbrukningen har lagts till schablonmässigt och ingen hänsyn har tagits till att en del av denna samt sol- och personvärme delvis kan ersätta annan uppvärmningsenergi. Den beräknade energiförbrukningen kan därför synas hög.

För varje hustyp har ett effektbehov för uppvärmning beräknats vid utetemperaturen -20°C utan beaktande av husens värmetröghet.

Hustyp	Typ 1, enbostadshus 1-2 vån, byggda före 1920.	
Storlek och förekomst	Genomsnittlig husstorlek 160 m ² ly. Totalt 278 000 hus på 251 000 fastigheter.	
Bebyggelsestyp	Friliggande hus i gles bebyggelse som främst förekommer i glesbygd men även i tätorter av olika storlek.	
Exploatering och markdisposition	Områdesexploateringstal mindre än 0,1. Beroende på tomtens disposition är en till två tredjedelar av tomtytan tillgänglig, huvudsakligen gräsbevuxen.	
Tekniska installationer	Husen uppvärms till 75 % med egen, vanligen oljeeldad panna via vattenradiatorsystem och till 15 % med direktverkande elradiatorer. Husen är nästan uteslutande självdragsventilerade.	
Stomme	De vertikala bärverken är vanligen av plank med ytterväggar av plank med panel eller puts. Hus med vertikala bärverk av mursten förekommer också och har då vanligen 1 1/2-2-stens ytterväggar av tegel. De horisontella bärverken är av trä.	
Omslutningsytornas energitekniska status	Husen är relativt täta bortsett från fönstren. Ytterväggytorna är stora och k-värdena kan variera mellan 0,55 och 0,90 W/m ² °C. Vindsbjälklagen har k-värden mellan 0,42 och 0,60 W/m ² °C.	
Beräknad energiprofil	Beräknade transmissionsförluster	26-36 MWh/år
	" ventilationsförluster vid 0,5 oms/h	9 MWh/år
	Beräknad varmvattenförbrukning	4,5 MWh/år
	" uppvärmningsenergiförbrukning brutto	40-50 MWh/år
	Beräknad hushållselförbrukning	4,5 MWh/år
	" specifik energiförbrukning	280-340 kWh/m ² ly år
Kommentar	Vindsbjälklagen kan till stor del enkelt tilläggsisoleras. I många fall är tilläggsisolering utesluten främst av arkitektoniska men även av tekniska skäl. Fasaderna är förhållandevis stora och inte sällan tidstypiska. Jordvärme kan vara aktuell om tomtens yta och disposition tillåter detta. Beräknat max effektbehov 12-15 kW/hus.	

Hustyp	Typ 2 (+ 5), enbostadshus 1-2 vån, byggda 1921-40.	
Storlek och förekomst	Genomsnittlig husstorlek 130 m ² ly. Totalt 192 000 hus på 187 000 fastigheter.	
Bebyggelsestyp	Friliggande hus (inkl ett mindre antal radhus) i gles bebyggelse, företrädesvis förekommande i glesbygd och mindre tätorter.	
Exploatering och markdisposition	Områdesexploateringstal mindre än 0,1. Beroende på tomtens disposition är 40 till 60 % av tomtytan tillgänglig.	
Tekniska installationer	Husen uppvärms till 90 % med egen, vanligen oljeeldad panna via vattenradiatorsystem. Husen är nästan uteslutande självdragsventilerade.	
Stomme	De vertikala bärverken är vanligen av plank med ytterväggar av plank med panel eller puts. Hus med vertikala bärverk av mursten förekommer i mindre utsträckning och har då vanligen 1 1/2-2-stens ytterväggar av tegel. De horisontella bärverken är av trä.	
Omslutningsytornas energitekniska status	Husen är relativt täta. Väggarnas k-värden varierar mellan 0,60 och 0,85 W/m ² °C. Vindsbjälklagen har k-värden mellan 0,35 och 0,5 W/m ² °C.	
Beräknad energiprofil	Beräknade transmissionsförluster	27-34 MWh/år
	" ventilationsförluster vid 0,5 oms/h	9 MWh/år
	Beräknad varmvattenförbrukning	4,5 MWh/år
	" uppvärmningsenergiförbrukning brutto	41-47 MWh/år
	Beräknad hushållsförbrukning	4,5 MWh/år
	" specifik energiförbrukning	340-390 kWh/m ² ly år
Kommentar	Det är vanligt att man nu tilläggsisolerar dessa trähus utvändigt. Med hänsyn till den effekt tilläggsisoleringen ger är främst de hus som svårigen kan isoleras aktuella för jordvärme. Beräknat max effektbehov 11-13 kW/hus.	

Hustyp	Typ 3, enbostadshus 1-1 1/2 vån, byggda 1941-60.	
Storlek och förekomst	Genomsnittlig husstorlek 120 m ² ly. Totalt 240 000 hus på 234 000 fastigheter.	
Bebyggelsestyp	Friliggande hus i gles bebyggelse som i stor utsträckning ligger i glesbygd eller mindre tätorter.	
Exploatering och markdisposition	Områdesexploateringstal strax under 0,1 med 30 till 50 % av tomtytan tillgänglig beroende på tomtstorlek, disposition och topografi.	
Tekniska installationer	Husen försörjs till 90 % med egen, oljeeldad panna via vattenradiatorsystem. Husen är självdragsventilerade och vanligen utrustade med köksfläkt.	
Stomme	Vertikala bärverk är vanligen av plank, träreglar eller gasbetong. Ytterväggar av plank med panel eller puts, gasbetong med puts eller träreglar med panel eller fasadtegel. Horisontella bärverk av trä eller gasbetong. Gasbetonghusen är endast i undantagsfall 1 1/2 våning.	
Omslutningsytornas energitekniska status	Träregelhusen kan vara otäta beroende på undermålig vindspärr och diffusionsspärr. Ytterväggarnas k-värden varierar mellan 0,53 och 0,60 W/m ² °C. Vindsbjälklagen har k-värden mellan 0,35 och 0,45 W/m ² °C.	
Beräknad energiprofil	Beräknade transmissionsförluster	21-24 MWh/år
	" ventilationsförluster vid 0,5 oms/h	8 MWh/år
	Beräknad varmvattenförbrukning	4,5 MWh/år
	" uppvärmningsenergiförbrukning brutto	34-41 MWh/år
	Beräknad hushållselförbrukning	4,5 MWh/år
	" specifik energiförbrukning	320-340 kWh/m ² ly år
Kommentar	Vindsbjälklag i hus med platta tak kan vara svåra att tilläggsisolera. För väggar med fasadtegel är möjligheterna till utvändigt tilläggsisolering begränsade. Metoder för tilläggsisolering av putsade fasader med bibehållande av utseende är under utveckling. Jordvärme kan ses som en alternativ energibesparande åtgärd. Beräknat max effektbehov 7-11 kW/hus.	

Hustyp	Typ 6, enbostadshus 1-1 1/2 vån, byggda 1941-60.	
Storlek och förekomst	Genomsnittlig husstorlek 110 m ² ly. Totalt 18 000 hus på 16 000 fastigheter.	
Bebyggelsestyp	Rad- och kedjehus med måttligt tät bebyggelse, ofta ganska centralt placerade i tätorter av olika storlek.	
Exploatering och markdisposition	Områdesexploateringstal omkring 0,2 och med 30 till 50 % av tomtytan tillgänglig, huvudsakligen gräsbevuxen. Utöver tomtyta finns ofta gemensamma markytor i anslutning till bostadsfastigheterna.	
Tekniska installationer	Omkring 15 % av husen uppvärms med direktvärmade elradiatorer. Resten försörjs via vattenradiatorer till 30 % med egen oljeeldad panna, 30 % försörjs från panncentral och 15 % från fjärrvärmenät. Husen är självdragsventilerade.	
Stomme	De vertikala bärverken är av plank, träreglar eller gasbetong med ytterväggar av plank eller reglar klädda med panel, fasadskivor eller fasadsten. Ytterväggar av gasbetong, vanligen putsade. Horisontella bärverk av trä eller av gasbetong.	
Omslutningsytornas energitekniska status	Husen är vanligen relativt täta med undantag för regelhusen. Ytterväggarnas k-värde ligger mellan 0,53 och 0,60 W/m ² °C. Vindsbjälklagen har k-värden mellan 0,35 och 0,45 W/m ² °C.	
Beräknad energiprofil	Beräknade transmissionsförluster	15-17 MWh/år
	" ventilationsförluster vid 0,5 oms/h	7 MWh/år
	Beräknad varmvattenförbrukning	4,5 MWh/år
	" uppvärmningsenergiförbrukning brutto	26-29 MWh/år
	Beräknad hushållselförbrukning	4,5 MWh/år
	" specifik energiförbrukning	280-340 kWh/m ² ly år
Kommentar	Den specifika energiförbrukningen för dessa hus är medelmåttig och möjligheten att ytterligare avsevärt minska denna genom tilläggsisolering är liten. Jordvärme kan vara intressant för grupp av hus då gemensamma friytor kan användas. Beräknad max effektbehov 7-7,5 kW/lgh.	

Hustyp	Typ 4, enbostadshus vanligen 1-1 1/2 vån, byggda 1961-75.	
Storlek och förekomst	Genomsnittlig husstorlek 150 m ² ly. Totalt 405 000 hus på 376 000 fastigheter.	
Bebyggelsestyp	Friliggande hus i måttligt tät bebyggelse, vanlig i centralort eller storstadsregion.	
Exploatering och markdisposition	Områdesexploateringstal mellan 0,1 och 0,3 med 40 till 60 % av tomtytan tillgänglig och vanligen gräsbevuxen.	
Tekniska installationer	Husen uppvärms till 65 % med egen oljeeldad panna via vatten-radiatorer och till 25 % med direktverkande elradiatorer. Husen är nästan uteslutande självdragsventilerade och har köks-fläkt. Mekaniska frånluftssystem förekommer dock i hus från 1970-talet.	
Stomme	De vertikala bärverken är vanligen av träreglar eller gasbetong, ytterväggar klädda med panel eller fasadtegel. Horisontella bärverk av trä eller gasbetong.	
Omslutningsytornas energitekniska status	Lättbetonghusens täthet är vanligen god medan regelhusens täthet varierar starkt med arbetsutförandet. Väggarna har k-värden mellan 0,36 och 0,40 W/m ² °C. Vindsbjälklagen har k-värden mellan 0,28 och 0,30 W/m ² °C.	
Beräknad energiprofil	Beräknade transmissionsförluster	17-20 MWh/år
	" ventilationsförluster vid 0,5 oms/h	10 MWh/år
	Beräknad varmvattenförbrukning	4,5 MWh/år
	" uppvärmningsenergiförbrukning brutto	32-35 MWh/år
	Beräknad hushållselförbrukning	4,5 MWh/år
	" specifik energiförbrukning	240-260 kWh/m ² ly år
Kommentar	Husens stora volym medför att energiåtgången för ventilation kan bli hög medan omslutningsytorna är av relativt god kvalitet. Den specifika energiförbrukningen är relativt låg och kan svårligen avsevärt sänkas. För hus med god tillgång på användbar tomtyta kan jordvärme vara aktuell, särskilt om vattenradiatorsystem finns. Beräknat max effektbehov 8-9 kW/hus.	

Hustyp	Typ 7, enbostadshus 1-2 vån, byggda 1961-75.	
Storlek och förekomst	Genomsnittlig husstorlek 145 m ² ly. Totalt 83 000 hus på 73 000 fastigheter.	
Bebyggelsestyp	Rad- och kedjehus i måttligt tät till tät bebyggelse, vanlig i centralort och storstadsregion.	
Exploatering och markdisposition	Områdesexploateringstal mellan 0,1 och 0,3 med 10 till 50 % av tomtytan tillgänglig och mestadels gräsbevuxen. Utöver tomtyta finns ofta gemensam markyta i anslutning till bostadsfastigheterna.	
Tekniska installationer	Huvuddelen, ca 45 % av husen uppvärms med direktverkande el-radiatorer. 25 % av husen försörjs med fjärrvärme och 15 % av egen oljeeldad panna via vattenradiatorsystem. 80 % av husen har självdragsventilation och 20 % mekaniskt frånluftsystem.	
Stomme	De vertikala bärverken är av träregel-, gasbetong- eller betongkonstruktion. Ytterväggar av gasbetong eller träreglar med panel- eller fasadtegelklädsel. De horisontella bärverken av trä, gasbetong eller betong.	
Omslutningsytornas energitekniska status	Husens täthet är med gott arbetsutförande eller efter mindre justeringar vanligen god. Väggarnas k-värden varierar mellan 0,36 och 0,40 W/m ² °C. Vindsbjälklagen har k-värden mellan 0,28 och 0,30 W/m ² °C.	
Beräknad energiprofil	Beräknade transmissionsförluster	13-14 MWh/år
	" ventilationsförluster vid 0,5 oms/h	8 MWh/år
	Beräknad varmvattenförbrukning	4,5 MWh/år
	" uppvärmningsenergiförbrukning brutto	25-27 MWh/år
	Beräknad hushållselförbrukning	4,5 MWh/år
	" specifik energiförbrukning	200-210 kWh/2 m ² ly år
Kommentar	Husen har små omslutningsytor av god kvalitet samt låg specifik energiförbrukning. Jordvärme kan vara aktuellt för grupp av hus när gemensamma friytor kan användas. Beräknat max effektbehov 7-8 kW/lgh.	

Hustyp	Typ 8-10, tvåbostadshus i 1 1/2-2 vån, byggda före 1975.	
Storlek och förekomst	Genomsnittlig husstorlek 155 m ² ly (2 lgh). Totalt 77 000 hus på 61 000 fastigheter.	
Bebyggelsetyp	Friliggande hus eller parhus i gles till måttligt tät bebyggelse, vanlig i centralort och storstadsregion.	
Exploatering och markdisposition	Områdesexploateringstal 0,1 till 0,2 med 30 till 50 % av tomtytan tillgänglig beroende på husform och tomtdisposition.	
Tekniska installationer	Tre fjärdedelar av dessa hus försörjs med egen oljeeldad panna via vattenradiatorsystem. 20 % av husen uppvärms via direktverkande elradiatorer. Husen är som regel självdraagsventilerade.	
Stomme	De äldre husens stomme är av plank med varierande typ av fasad. Nyare hus har vertikala bärverk av träreglar eller gasbetong med bjälklag av trä eller gasbetong. Ytterväggarna är i allmänhet panel- eller fasadstensklädda.	
Omslutningsytornas energitekniska status	Husen har i allmänhet god täthet. Ytterväggarnas k-värden varierar mellan 0,36 och 0,90 W/m ² °C beroende på ålder. Vindsbjälklagens k-värden ligger mellan 0,28 och 0,60 W/m ² °C.	
Beräknad energiprofil	Beräknade transmissionsförluster	18-31 MWh/år
	" ventilationsförluster vid 0,5 oms/h	10 MWh/år
	Beräknad varmvattenförbrukning	9 MWh/år
	" uppvärmningsenergiförbrukning brutto	37-50 MWh/år
	Beräknad hushållselförbrukning	9 MWh/år
	" specifik energiförbrukning	300-380 kWh/m ² ly år
Kommentar	Det är vanligt att de äldre av dessa hus tilläggsisolerar varvid det kvarstående energibehovet till stor del härrör från varmvatten- och hushållselförbrukning samt ventilationsförluster. För hus med vattenradiatorsystem kan jordvärme vara aktuellt som alternativ energibesparingsåtgärd om tillgängliga markytor tillåter detta. Beräknad max effektbehov 9-13 kW/hus.	

Hustyp	Typ 11, flerbostadshus i 2-5 vån, byggda före 1920.		
Storlek och förekomst	Genomsnittlig husstorlek 940 m ² ly (9 lgh). Totalt 17 000 hus på 13 000 fastigheter.		
Bebyggelsestyp	Vanligen tät, sluten kvartersbebyggelse i centrala delar av större tätorter.		
Exploatering och markdisposition	Områdeexploateringstalet är högt, från 1,0 till mer än 2,0 med 10 till 30 % av tomtytan tillgänglig för anläggning i jorden.		
Tekniska installationer	Försörjningen av dessa hus sker till 45 % med fjärrvärme och till 45 % med egen oljeeldad panna via vattenradiatorsystem. Husen är som regel självdragsventilerade.		
Stomme	De vertikala bärverken i tvåvåningshusen är vanligen av plank medan högre hus har tegelväggar. Trähusens ytterväggar är klädda med träpanel eller putsade. Tegelhusens ytterväggar är av 1-2-stens mur- och fasadtegel som kan vara putsade. Horisontella bärverk är av trä.		
Omslutningsytornas energitekniska status	Husen är vanligen otäta beroende på fönstrens kondition och konstruktion. Ytterväggarnas k-värden ligger mellan 0,84 och 1,0 W/m ² °C. Vindsbjälklagen har k-värden mellan 0,40 och 0,60 W/m ² °C.		
Beräknad energiprofil	Beräknade transmissionsförluster för ett hus om 9 lgh	117-135	MWh/år
	Beräknade ventilationsförluster vid 0,5 oms/h	70	MWh/år
	Beräknad varmvattenförbrukning	32	MWh/år
	" uppvärmningsenergiförbrukning brutto	220-240	MWh/år
	Beräknad hushållselförbrukning	27	MWh/år
	" specifik energiförbrukning	260-280	kWh/m ² ly år
Kommentar	Många av dessa hus är i behov av fasad- och fönsterreovering men svåra att tilläggsisolera av tex antikvariska skäl. Andra metoder att minska behovet av inköpt energi är därför eftersökta. Möjligheter att använda jorden i ett integrerat ackumulerande värmepumpsystem bör undersökas. Beräknat max effektbehov 60-70 kW/hus (9 lgh).		

Hustyp	Typ 12, flerbostadshus i 2-4 och 5-8 vån, byggda 1921-40.	
Storlek och förekomst	Genomsnittlig husstorlek 940 m^2 ly (12 lgh). Totalt 18 000 hus på 17 000 fastigheter.	
Bebyggelsestyp	Medeltät till mycket tät bebyggelse i öppna eller slutna kvarter, vanlig centralt eller halvcentralt i större tätorter.	
Exploatering och markdisposition	Områdesexploateringstalet varierar mellan 0,5 och 2 med 20-40 % av tomtytan tillgänglig, mestadels gräsbevuxen i öppen kvartersbebyggelse.	
Tekniska installationer	Nio tiondelar av dessa hus uppvärms med vattenradiatorer och försörjs till 45 % av egen oljeeldad panna samt 45 % fjärrvärme. Husen är som regel självdragsventilerade.	
Stomme	De vertikala bärverken är i allmänhet av tegel. Ytterväggarna av 1-2-stens tegel, ev putsad. Horisontella bärverk är av trä eller betong.	
Omslutningsytornas energitekniska status	Husens täthet beror i hög grad på fönstrens konstruktion och kondition. Ytterväggarna har k-värden mellan 0,86 och 1,00 $\text{W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$. Vindsbjälklagens k-värde ligger mellan 0,46 och 0,60 $\text{W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$.	
Beräknad energiprofil	Beräknade transmissionsförluster för hus om 12 lgh	108-120 MWh/år
	Beräknade ventilationsförluster vid 0,5 oms/h	64 MWh/år
	Beräknad varmvattenförbrukning	42 MWh/år
	" uppvärmningsenergiförbrukning brutto	214-226 MWh/år
	Beräknad hushållselförbrukning	36 MWh/år
	" specifik energiförbrukning	265-280 $\text{kWh/m}^2 \text{ ly år}$
Kommentar	Metoder för utvändig tilläggsisolering av en del av dessa hus utan att förändra karaktären håller på att utvecklas och kommer sannolikt att få stor tillämpning. För andra hus, främst sådana i öppna kvarter med tegelfasader och egen oljepanna, bedöms jordvärme vara av visst intresse. Beräknat max effektbehov 60-65 kW/hus (12 lgh).	

Hustyp	Typ 13, flerbostadshus i 2-4 resp 4-8 vån, byggda 1941-60.		
Storlek och förekomst	Genomsnittlig husstorlek 1280 m ² ly (17 lgh). Totalt 39 000 hus på 26 000 fastigheter.		
Bebyggelsestyp	Måttligt tät till tät bebyggelse som punkthus och i öppna eller slutna kvarter (lamellhus), vanlig i större tätorter och storstäder.		
Exploatering och markdisposition	Områdesexploateringstalet varierar mellan 0,5 och 1,0 med 20-50 % av tomtytan tillgänglig, mestadels gräsbevuxen.		
Tekniska installationer	Så gott som samtliga hus uppvärms med vattenradiatorer med försörjning från egen panna till 30 %, från panncentral 35 % och fjärrvärme 35 %. Husen är till 75 % självdraagsventilerade medan resterande 25 % har mekanisk frånluftsventilation.		
Stomme	De vertikala bärverken är av tegel, gasbetong eller betong. Ytterväggarna kan ha gasbetong eller träullsplattor som isolering och är klädda med fasadtegel eller puts. De horisontella bärverken kan vara av trä men mestadels av gasbetong eller betong.		
Omslutningsytornas energitekniska status	Husen har i allmänhet god täthet om fönstren är i bra skick. Ytterväggarnas k-värden varierar mellan 0,64 och 0,70 W/m ² °C. Vindsbjälklagens k-värde ligger mellan 0,43 och 0,50 W/m ² °C.		
Beräknad energiprofil	Beräknade transmissionsförluster för ett hus om 17 lgh	134-142	MWh/år
	Beräknade ventilationsförluster vid 0,5 oms/h	82	MWh/år
	Beräknad varmvattenförbrukning	60	MWh/år
	" uppvärmningsenergiförbrukning brutto	275-285	MWh/år
	Beräknad hushållselförbrukning	51	MWh/år
	" specifik energiförbrukning	255-260	kWh/m ² ly år
Kommentar	De fasadtegelklädda husen av denna typ är ofta i bra skick och svåra att tilläggsisolera utan tekniska eller arkitektoniska komplikationer. För sådana hus med egen oljepanna kan jordvärme vara ett alternativ. Beräknat max effektbehov 73-76 kW/hus (17 lgh).		

Hustyp	Typ 14, flerbostadshus i 2-4 resp 4-8 vån, byggda 1961-75.	
Storlek och förekomst	Genomsnittlig husstorlek 2040 m ² ly (23 lgh). Totalt 41 000 hus på 12 000 fastigheter.	
Bebyggelsestyp	Husen är vanliga i måttligt tät till mycket tät bebyggelse i centralorter och storstadsregioner, vanligen som lamellhus i öppna kvarter.	
Exploatering och markdisposition	Områdesexploateringstalet varierar från 0,3 till 2,0 med 10-50 % av tomtytan tillgänglig och vanligen gräsbevuxen. Ofta finns mer eller mindre användbara gemensamma friytor i närheten av tomtmark.	
Tekniska installationer	Husen försörjs från fjärrvärmenät (65 %) eller större panncentraler (25 %) och uppvärms med vattenradiatorer. Mindre än 10 % av dessa hus försörjs med direktverkande elradiatorer. 75 % av husen har mekaniskt frånluftssystem, 15 % har självdragssystem medan 10 % har från-tilluftssystem med värmeåtervinning.	
Stomme	De vertikala bärverken är av betong eller betongelement, ytterväggar i sandwichelement eller träregelutfackning med fasadklädsel av tegel eller skivor. Horisontella bärverk är av betong eller betongelement.	
Omslutningsytornas energitekniska status	Husens täthet varierar beroende på konstruktion och arbetsutförande. Väggarnas k-värde är i allmänhet 0,45 W/m ² °C medan vindsbjälklagen har k-värden mellan 0,30 och 0,37 W/m ² °C.	
Beräknad energiprofil	Beräknade transmissionsförluster för ett hus om 23 lgh	177-178 MWh/år
	Beräknade ventilationsförluster vid 0,5 oms/h	128 MWh/år
	Beräknad varmvattenförbrukning	104 MWh/år
	" uppvärmningsenergiförbrukning brutto	410 MWh/år
	Beräknad hushållselförbrukning	104 MWh/år
	" specifik energiförbrukning	ca 250 kWh/m ² ly år
Kommentar	Husen är alltför nya för att motivera annat än justeringsåtgärder i avsikt att minska energiförbrukningen. Ej aktuella för jordvärme för närvarande.	

Hustyp	Typ 15-18, kombinerade flerbostads- och affärshus högre än 2 vån, byggda före 1975.	
Storlek och förekomst	Genomsnittlig husstorlek 790 m^2 ly (4 lgh vid 60 % boly). Totalt 75 000 hus på 67 000 fastigheter.	
Bebyggelsestyp	Husen är vanliga i tät till mycket tät bebyggelse i tätorternas centrala delar.	
Exploatering och markdisposition	Områdesexploateringstalet är 1,0 till 2,0 med 10-40 % av tomtytan tillgänglig för anläggning i jorden.	
Tekniska installationer	Husen uppvärms via vattenradiatorer och försörjs till 40 % från fjärrvärmenät och till 40 % med egen oljeeldad panna (särskilt i mindre tätorter). 35 % av husen har självdragsventilation, 20 % har mekanisk frånluftsventilation och 35 % har ventilation av FT-typ.	
Stomme	Omkring en tredjedel av husen har vertikala bärverk av tegel eller gasbetong, ytterväggarna kan vara putsade. Mer än hälften av husen har vertikala bärverk av betong med vanligen tegelklädda utfackningsväggar av trä. De äldsta husen har horisontella bärverk av trä, nyare av betong eller betongelement.	
Omslutningsytornas energitekniska status	Husens täthet är varierande. Väggarnas k-värden ligger mellan 0,45 och $1,00 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$. Vindsbjälklagen har k-värden mellan 0,30 och $0,60 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$.	
Beräknad energiprofil	Beräknade transmissionsförluster för ett hus (790 m^2 ly)	75-156 MWh/år
	Beräknade ventilationsförluster vid 1,0 oms/h	124 MWh/år
	Beräknad varmvattenförbrukning	22 MWh/år
	" uppvärmningsenergiförbrukning brutto	220-300 MWh/år
	Beräknad hushållselförbrukning	31 MWh/år
	" specifik energiförbrukning	310-410 kWh/ m^2 ly år
Kommentar	Dessa hus är mycket heterogena varför en bedömning av möjligheterna för jordvärme ej görs generellt.	

5 SAMMANFATTANDE BEDÖMNING

Byggnadsuppvärmning med jordvärmepump förekommer idag i ett mindre antal friliggande enbostadshus.

Erfarenheterna hittills visar att de installerade horisontella ytjordvärmesystemen som regel har jämförelsevis god driftssäkerhet och en värmefaktor som medför energibesparingar.

De hittills använda systemen är enkelt uppbyggda och använder konventionella vattenradiatorer för uppvärmning av husen vilket ställer mindre krav på husens kvalitet är luftburna distributionssystem. Vidare är värmetrögheten i de värmeupptagande och värmeavgivande kretsarna stor.

Några av de viktigaste förutsättningarna som ges av den befintliga bebyggelsen är tillgången på användbara markytor, jordvolym och installationer i husen.

Husens energiprofil och tekniskt-arkitektoniska status är av betydelse för om jordvärmepump är tänkbart som energibesparingsalternativ till konventionella metoder.

Husens energibehov och befintliga tekniska installationer bestäms sedan jordvärmesystemets utformning mot bakgrund av tillgången på mark samt geologiska och juridiska faktorer. Väsentliga förutsättningar vid utveckling av jordvärmesystem är det faktum att ca 70 % (899 000 st) av alla småhus och ca 25 % (57 000 st) av alla flerbostadshus och lokalhus uppvärms med egen panna via varmvattenradiatorer samt att mindre än 10 % av alla hus har annat än självdrags- eller mekaniskt frånluftsventilationssystem. Även om endast ett mindre antal hus av respektive kategori uppvärms med jordvärmepump kan ett avsevärt antal anläggningar, såväl mindre som större, bli aktuella. Tre effektklasser synes då bli frekventa, två mindre om ca 6-7 resp 12-14 kW och en större om ca 70 kW.

REFERENSER

Statens institut för byggnadsforskning meddelande M78:1
Sten Bergström, Stig Hammarsten: Undersökning av husbeståndet
från energisynpunkt. Delrapport 3: steg 2, preliminära resultat,
Gävle 1978.

Statens planverk rapport 41, 1977: Energihushållning i befintlig
bebyggelse. Stockholm 1977.

Sabo-rapport nr 4: Elvärme i flerfamiljshus. Stockholm 1972.

Bygghforskningen rapport R69:1977
S I Eriksson, B Landquist: Olika uppvärmningsformer i befintlig
bebyggelse. Stockholm 1977.

Bygghforskningen rapport R58:1974
K E Munther: Energiförbrukning i småhus. Stockholm 1974.

Bygghforskningen rapport R85:1977
R Lundén: Värmepump med effektutjämningsystem. Stockholm 1977.

Lundin L, Bergke J-O: Effektuttag i lägenheter systematiskt
uppmätt. Tidskr ERA 11:1974.

B Henriksson: Läge och utvecklingstendenser i småhusbyggandet.
Väg- och vattenbyggaren 1-2 1974, 1 1978.

Bygghforskningen rapport R 66:1977:
S I Eriksson, H Fog: Energiomsättningen i Gävle. Stockholm 1977.

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 770610-9 från
Statens råd för byggnadsforskning till Avd. för husbyggnad,
CTH, Göteborg**

R94:1978

ISBN 91-540-2938-4

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art. nr: 6600794

**Abonnemangsgrupp:
X. Samhällsplanering**

**Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 1403
111 84 Stockholm**

Cirkapris: 20 kr exkl moms