



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

R126:1985

Aktiv solvärme för uterum

Förstudie Vingåker

**Peter Boustedt
Göran Hultmark**

K
GHL

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION	
Accnr	
Plac	sla

Bygghforskningsrådet

R126:1985

AKTIV SOLVÄRME FÖR UTERUM

Förstudie Vingåker

Peter Boustedt
Göran Hultmark

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 840018-5 från Statens råd för byggnadsforskning till Vingåkershem AB, Vingåker.

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

R126:1985

ISBN 91-540-4476-6

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Liber Tryck AB Stockholm 1985

INNEHÅLL

1	FÖRORD	4
2	SAMMANFATTNING	8
3	FÖRUTSÄTTNINGAR	10
3.1	Geografiskt läge	10
3.2	Planförutsättningar	10
3.3	Markförhållanden	10
3.4	Klimatförutsättningar	10
4	UTERUMMET	13
4.1	Allmänt	13
4.2	Två alternativ	13
4.3	Interiörmiljö	13
4.4	Konstruktion	16
5	ENERGISYSTEMET	20
5.1	Allmänt	20
5.2	Energiberäkningar	20
5.3	Systemets utformning	25
5.4	Provningsresultat	29
6	EKONOMI	32
6.1	Investeringskostnader	32
6.2	Driftskostnader	33
6.3	Lönsamhet	33
7	REFERENSER	35

1. FÖRORD

Bostadsområdet Vannala Gärde i Vingåker byggdes i början av 70-talet och består av 181 lägenheter samt tillhörande servicebyggnad.

Husen är utformade enligt grändhusprincipen med entréer och våtutrymmen vända mot gränden.

Gränderna har en bredd av 10 m.

Det kommunala bostadsbolaget Vingåkershem har idag outhyrda lägenheter men i kommunen finns ett behov av servicelägenheter för äldre. Söder om bostadsområdet finns ett modernt ålderdomshem byggt i slutet av 60-talet.

Närheten till ålderdomshemmets dagcentral gör det lämpligt att förändra de två intilliggande bostadshusen till servicelägenheter.

Förändringar innebär i första hand att man ökar tillgängligheten genom att ordna hiss och ordna väderskyddade förbindelser mellan husen.

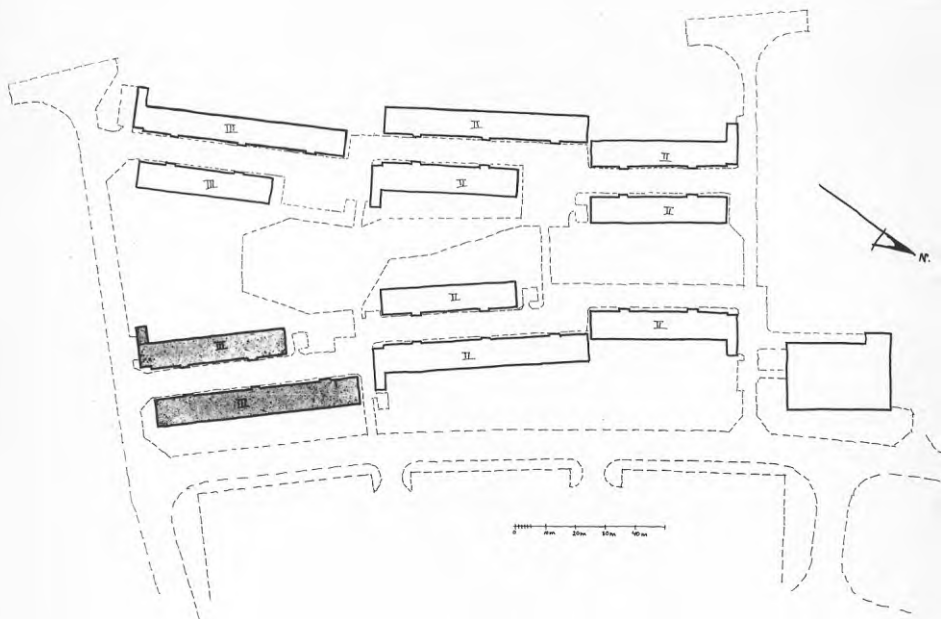


Fig 1.1

Situationsplan avseende Vannala Gärde.



Fig 1.2

Befintliga hus i Kv. Vannala Gärde med den karaktäristiska gränden.

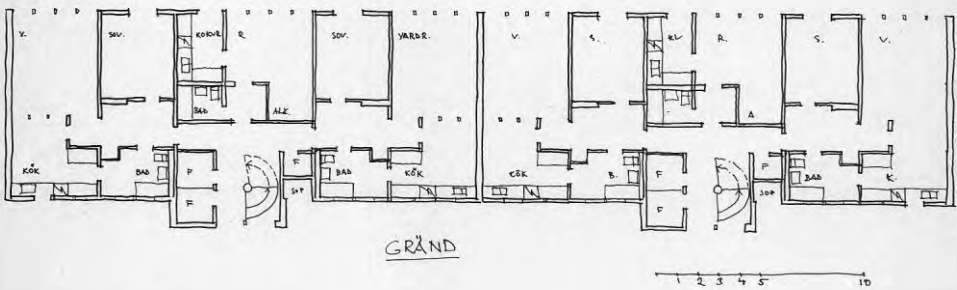


Fig 1.3

Våningsplan av befintliga bostadshus.

I början av 1983 gjordes en utredning där olika alternativa lösningar på kommunikationer studerades. I ett av alternativen som diskuterades tillgodosågs kravet genom att ett ljusgenomsläppligt tak placerades över gränden. Förbindelsen mellan husen utgjordes av loftgångar förbundna med hiss. Som en naturlig följd av denna lösning undersöktes de ekonomiska förutsättningarna av att glasa in även gavlarna och tillvarata den överskottsvärme som bildas under glastaket.

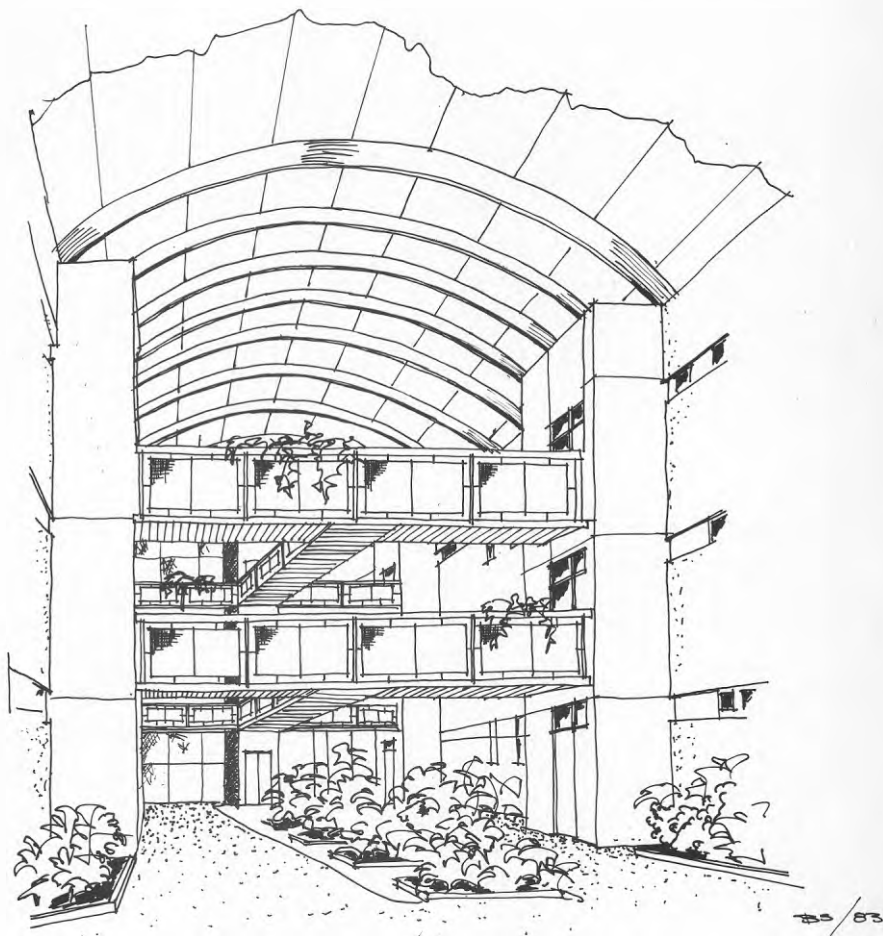


Fig 1.4

Interiörperspektiv av uterummet där gränden endast täckes med ljusgenomsläppligt bågtak.

Det visade sig att t.ex. omvandla denna värme till varmvatten och via kulvertsystem distribuera detta till intilliggande hus var klart olönsamt.

I detta skede gjorde utredningsgruppen ett studiebesök på Gårdsåkra-projektet i Eslöv.

Under hösten 1983 anlätades Göran Hultmark, AB Andersson & Hultmark VVS-byrå, för att vidare studera förutsättningarna för att taga tillvara energiöverskottet. Hultmark presenterade då idén att delvis utnyttja takytan mellan husen till solfångare och lagra energiöverskottet i mark.

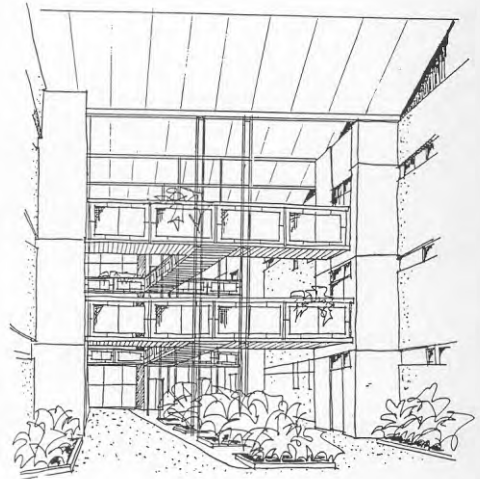
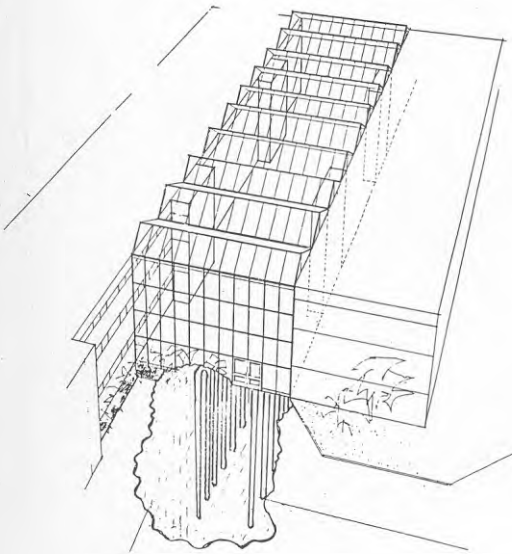
I januari 1984 ansöktes om projektanslag betr. förstudier.

Förstudier har bedrivits hos Boustedt-Heineman AB, konsulterande arkitekter och ingenjörer, Kungälv och AB Andersson & Hultmark VVS-byrå, Göteborg.

Från Boustedt-Heineman AB har ark. SAR Peter Boustedt varit projektledare och från AB Andersson & Hultmark har civ.ing. Göran Hultmark deltagit.

För projektet värdefull hjälp i form av underlagsmaterial och beräkningar har erhållits från LTB Byggkonsult AB, Göteborg samt Elkonsulterna i Göteborg AB.

I början av 70-talet byggdes flerfamiljshus på Vannala gårde i Vingåker. Husen i det aktuella projektet omfattar 40 lägenheter som skall byggas om till servicelägenheter. För att öka tillgängligheten måste hissar och förbindelser mellan de olika våningarna utföras. För att ytterligare förbättra kommunikation och miljö föreslås i detta projekt att man bygger ett uterum mellan husen som är belägna 10 m ifrån varandra. Detta uterum utförs så att ett vågformat tak byggs mellan husen. På södersidan av takets vågor integreras solfångare i takkonstruktionen. Dessa solfångare värmer dels husets tappvarmvatten samt värmer marken under uterummet så att ett behagligt klimat kan erhållas hela året utan andra uppvärmningsanordningar. Då både marktemperatur och lufttemperatur i rummet mellan byggnaderna höjs kommer transmissionsförluster i väggar och golv i de ursprungliga husen att minska.



Uterummet byggs så att insidan av de södervända delarna utförs av vitlackerad plåt, medan norrsidan utförs med transparent taktäckning, gavlarna blir även de helt ljusgenomsläppliga. På detta sätt har man byggt ett uterum där gavlarna släpper in solvärme passivt och på så sätt norrsidorna av taket är täckta med solfångare har man klarat övertemperaturproblemen sommartid och behöver således inte någon extra vädring eller kylning.

Kostnaden för ett uterum av den här typen ger en acceptabel lokalhyra och den ökade energibesparingen i det aktiva uterummet med solfångare och marklagring motsvarar mer än väl den ökade investeringskostnaden jämfört med helt glasat uterum.

Systemet är således intressant både ur rumsklimat och energisynpunkt.

3. FÖRUTSÄTTNINGAR

3.1 Geografiskt läge

Vingåker är beläget 22 km väster om Katrineholm i Södermanland. Landskapet är ett utpräglat slättlandskap.

Vannala Gärde består av som namnet antyder gammal åkermark och är beläget i samhället Vingåkers södra utkanter.

Området är bebyggt med 200 bostäder i flerfamiljshus, daghem och ålderdomshem.

3.2 Planförutsättningar

Fler bostadshus är uppbyggda kring ett grändhusmotiv där husen två och två är kopplade samman med en 10 m bred gränd. Grändernas axlar har så gott som ett nord-syd-läge.

Bostadshusen består av två- och trevåningshus. Lägenheternas kök och hygienutrymme vänder sig mot gränden.

De hus som varit föremål för denna förstudie är de 2 tre-våningshusen i SO, närmast ålderdomshemmet. (Bild, foto, sitplan, planritning).

3.3 Markförhållanden

Marken består i huvudsak av lera med ett djup av ca 10 m till fast botten.

Friktionsmaterial finns insprängt i leran men några horisontella strömningar av grundvatten i detta material är osannolikt.

I marken mellan de två aktuella husen ligger rör för spillvatten och dagvatten samt elkablar.

3.4 Klimatförutsättningar (uppgifter hämtade från SMHI)

Vindriktning

Nov-mars domineras markant av vindar från SE och NW. (mätt under åren 1966-1980).

Vindhastigheten är relativt låg.

Under perioden nov-mars överstiger vindhastigheten 9 m/sek i medeltal 5,8% av dagarna. (mätt under åren 1966-1980).

SE resp. NW innebär att vindar blåser rakt in i gränden. Medeltemperaturen (nov-mars) uppmättes under åren 1931-60 (Eskilstuna)enl. följande:

Nov	Dec	Jan	Febr	Mars
+2,1	-0,9	-3,8	-3,9	-1,1

Medeltemperaturen under året +6,1.
Nederbörd under perioden nov-april (då hela eller del av nederbörden faller som snö) har följande mätningar gjorts under 1931-60.

Andel snö i mm (Linköping)

Nov	Dec	Jan	Febr	Mars	April
61	49	47	39	34	37
17%	53%	71%	74%	72%	23%

Snödjup

Medelvärde för snödjup i cm den femtonde (15) i varje månad (mätperiod 1931-60)

Nov	Dec	Jan	Febr	Mars	April
2	10	14	17	17	2

Sannolikhet för snötäcke

Nov	Dec	Jan	Febr	Mars	April
0,6	0,9	1,0	0,9	0,9	0,6

Solstrålning

Antalet solskenstimmar under året är i medeltal ca 1833 (mätt under även 1961-75 i Norrköping)
Fördelningen på månaden är följande:

Jan	Febr	Mars	April	Maj	Juni
40	66	143	180	255	306
Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dec
263	236	156	97	51	40

Orsaken till att klimatförutsättningarna studerats relativt ingående är farhågor att takets konstruktion inbjuder till snöfickor vid vissa vädertyper, vilket skulle inverka väsentligt på solfångarnas effektivitet. Det kan emellertid konstateras att snömängden är relativt blygsam och att inslaget av regn under vintermånaderna är över 25%, samt att medeltemperaturen under samma tid ej understiger -4°C .

Detta innebär, tillsammans med värmeläckage genom konstruktionen, att snön mycket sällan kommer att täcka solfångarna och att snö och isproblem i ränn-dalar kommer att bli förhållandevis lätthanterliga. Eventuellt kan ränndalarna kompletteras med elslingor för att klara extrema förhållanden.

4. UTERUMMET

4.1 Allmänt

Uterummet, som bildas mellan de båda bostadshusen, hade primärt uppgiften att skapa väderskyddade förbindelser mellan husen, men efterhand har utrymmets övriga möjligheter tagit överhand.

Det primära är nu snarare att skapa ett uterum som inbjuder och möjliggör olika aktiviteter och samvaro.

Samtidigt upplevs rummet som ett arkitektoniskt tillskott i bostadsområdets miljö.

4.2 Två alternativ

Som ett led i utvärderingen av det aktuella projektet har vi jämfört detta med ett alternativ med "konventionell" inglasning och ljusgenomsläppligt glas i hela taket (typ Gårdsåkra).

Ett sådant alternativ innebär problem med höga temperaturer under sommarhalvåret och man måste ventilera bort överskottsvärmen genom öppningar i taket. Dessutom krävs i regel någon form av gardinarrangemang under takglaset.

Båda dessa anordningar innebär kostsam mekanik och automatik.

I Vingåkerprojektet uppstår inga problem med övertemperaturer, genom solinstrålning, eftersom solfångarna avskärmar södersolen och glasytorna i taket är placerade mot norr.

Vid en ekonomisk jämförelse mellan de båda principerna har vi funnit att investeringskostnaderna är ungefär lika stora.

4.3 Interiörmiljö

Aktiviteter

Uterummet är avsett för olika former av aktiviteter och samvaro för husets hyresgäster. Man kan här tänka sig biljard, bordtennis, gårdsfester m.m.

Temperaturer

Temperaturen är beräknad att i extremfallet ej sjunka lägre än till $+5^{\circ}\text{C}$ och stiga till maximalt $+28^{\circ}\text{C}$. Detta innebär att temperaturen under större delen av året tillåter inomhusaktiviteter.

Växtlighet

Klimatet i uterummet innebär att man kan "möblera" med olika former av växtlighet.

Akustik

Genom att uterummet förses med möbler och växter samt loftgångarnas inverkan kommer akustiken att bli god, men skulle efterklangtiden bli något hög kompletteras rummet enkelt med ljudabsorbenter, exempelvis i taket, under solfångarna.

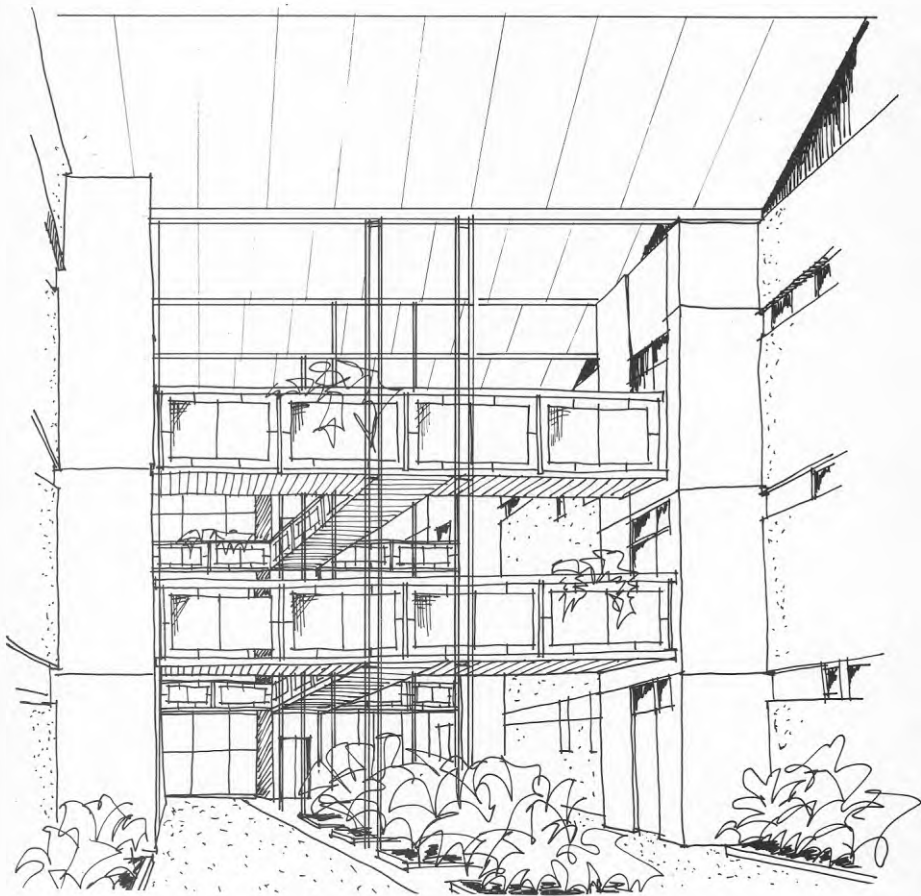


Fig 4.1

Interiörperspektiv.

I taket syns solfångarnas undersidor.

Ljusförhållanden

Södersol

Då solen står i söderläge kommer solfångarna att absorbera all ljusinstrålning. Glasrutorna bakom solfångarna kommer ej att nås av solljuset vilket resulterar i att ljuset som når gården endast är det reflekterande atmosfärljuset, vilket endast är några procent av det direkta solljuset. Glasfasaden mot söder släpper fram ljus till loftgången.

Väster- och östersol

Vid väster- respektive östersol kommer solinstrålningen att nå gårdarna genom glasytorna och via reflektion mot husfasaderna.

Mycket mörka vinterdagar kommer gården att vara relativt mörk.

Allmänt

Direkt solljusinstrålning från solen är beräkningsbart, och belysningen på gården blir direkt proportionell mot glasens yta. Indirekt solljusinstrålning, som når gården genom atmosfärljus och via reflektion mot husfasader, är svårare att beräkna då atmosfärljuset endast är några procent (1 - 5%) av solljuset, och reflektionsfaktorn på husfasader kan ligga mellan 20 - 70%.

Vi redovisar nedan resonemangsmässigt teorier och konsekvenser vid olika solinstrålningar på gårdarna, och avslutar med att ange åtgärder som vi ser vara lämpliga ur så väl belysningstekniska som ekonomiska aspekter.

KONSEKVENSER

Södersol

Gården kommer att bli mycket ljus vid söderfronten och förhållandevis mycket mörk i norra ändan. Förhållandet kommer att bli ca 1000 - 1 vid klart solljus. Detta förhållande gör att glasfronten mot söder kommer att upplevas som bländande för iakttagare längre in i gården.

Väster- och östersol

Gårdens ljus kommer här att variera mellan några få procent upp till 50% av ljuset utanför gården.

ATGÄRD

Material i fasader, tak och mark bör vara ljusa och ljusreflektionsfaktorerna 0,8 för tak, 0,7 för fasader och 0,2 för mark eftersträvas.

För att förhindra obehaglig bländning bör söderfasaderna i gårdarna utföras med reflekterande glas eller någon form av bländskydd.

För att ge gårdarna ett ljust intryck under vissa ljusförhållanden dagtid föreslås att lysrörstramper eller strålkastare installeras vid tak så att ljuset reflekteras i solfångarnas undersida och ned i gårdarna.

Detta artificioella ljus, som uppskattas till 5000 W/gård, skall styras i 3 sektioner av ljusrelä, som placeras i respektive zon.

Kvälls- och nattetid släcks huvudparten av ljuset.

4.4 Konstruktion

De båda befintliga husen är grundlagda på pålar. Loftgångar och tak över uterummet bäres upp av en stålkonstruktion som vilar på befintliga fasadväggar samt nya pålar under loftgången. Taket uppbäres av tvärgående RHS-balkar.

Dessa är kopplade två och två och är avskilda av ränn-dalar (fig 4.6). På detta balksystem är solfångare och takfönster placerade med solfångarna riktade mot söder.

Glasytorna utföres i treglaskonstruktion (ev. polykarbonat) och är helt ljusgenomsläppliga. Även gavlarna utföres av tre-glas.

Eventuellt kompletteras söderfasaderna med någon form av solavskärmning för att slippa besvärande värme-strålning i uterummets södra del.

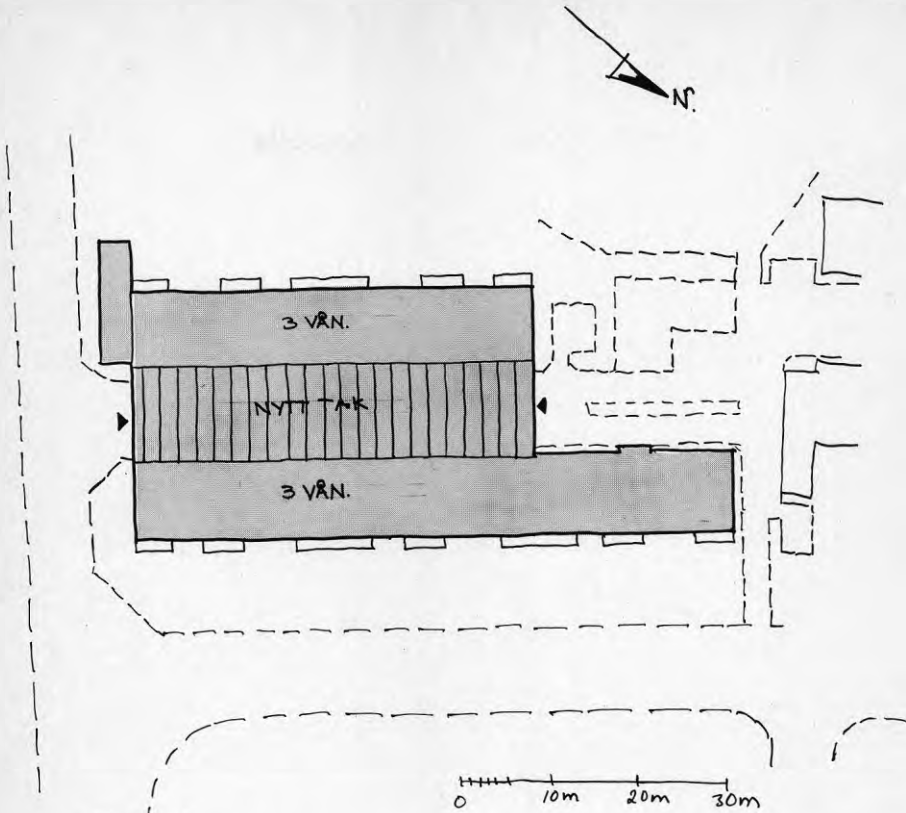


Fig 4.2

Situationsplan med den överbyggda gränden.

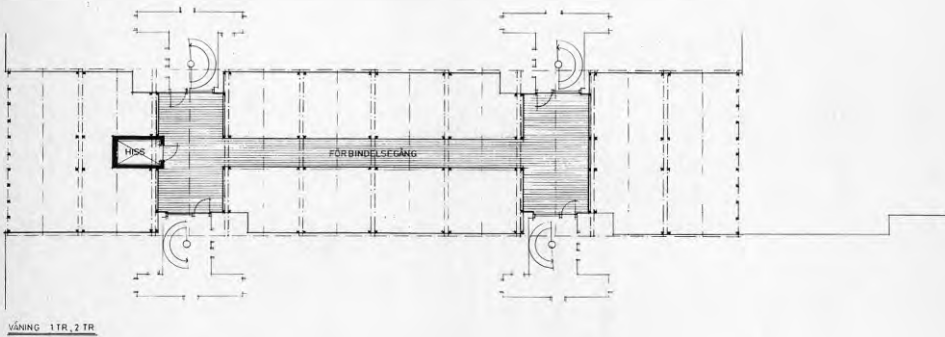
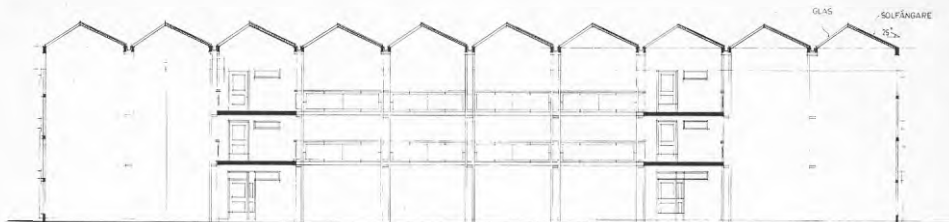


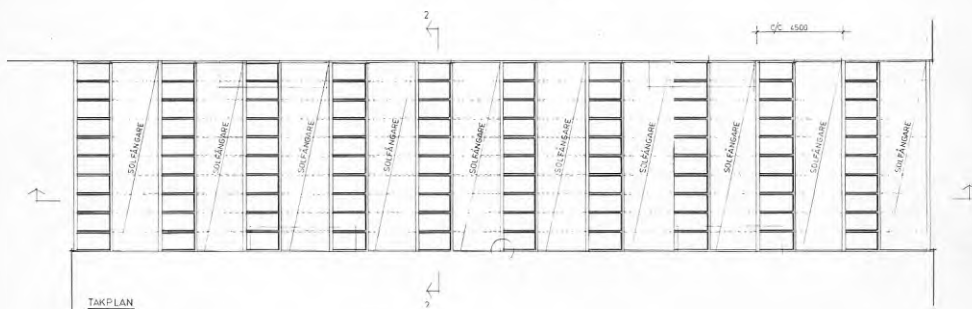
Fig 4.3

Plan av loftgång i uterummet.



LÄNGDSEKTION 1-1

Fig 4.4
Längdsektion genom uterummet.



TAKPLAN

Fig 4.5
Takplan.

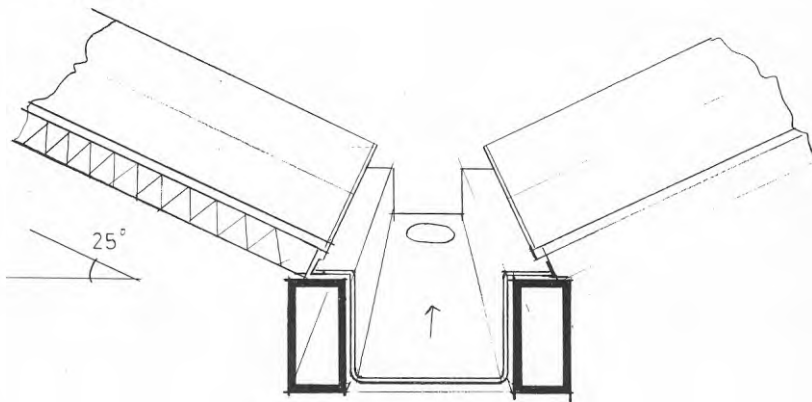


Fig 4.6
Principdetalj av tvärgående bärsystem med rännदार.

Solfångare.

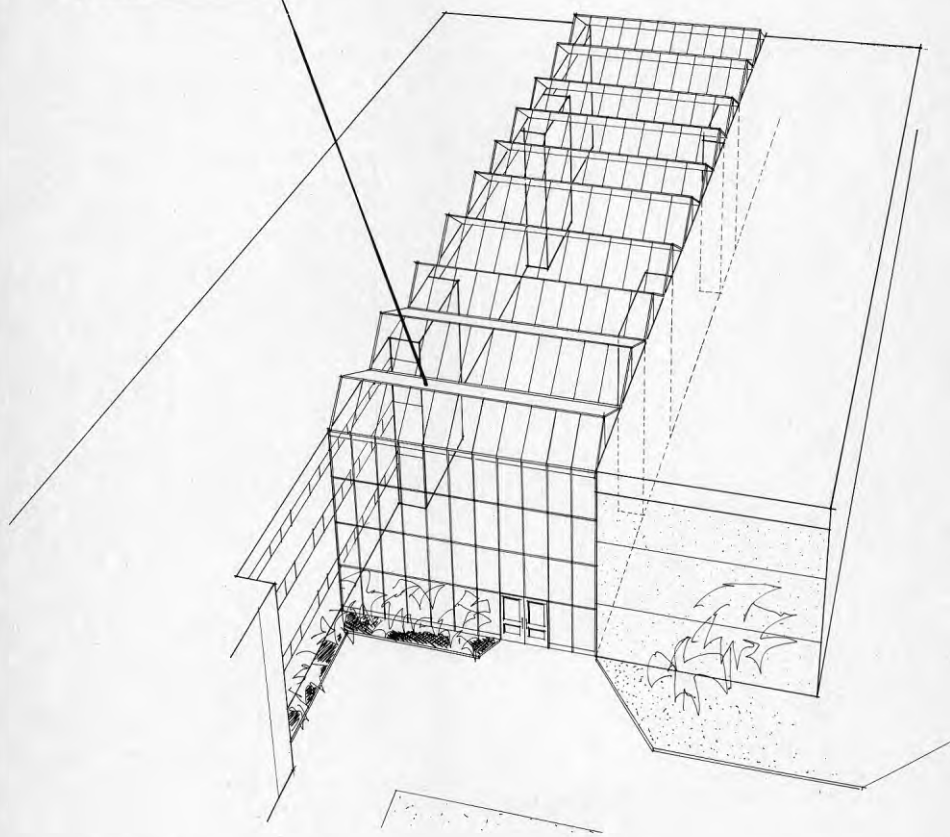


Fig 4.7
Perspektiv från norr.

5.1 Allmänt

Vid överbyggnad av takyta mellan hus s k innergårdar finns det två principiella möjligheter att utnyttja den energi som skapas. Den ena möjligheten är att man direkt utnyttjar den värme som alstras via isolering eller solinstrålning genom taket s k passiv energiåtgärd. Den andra möjligheten är att man utnyttjar taket antingen som källa till värmepump alternativt som plats för aktiv solenergi.

Den yta som ligger mellan huskropparna - omfattande $10 \times 46 = 460 \text{ m}^2$ - inglasas. Klimatet i detta uterum bestäms i huvudsak av rådande väderlek. Dock skall temperaturen i uterummet vara väsentligt högre än utetemperaturen så att den minsta temperaturen under året blir ca $+5 \text{ grad C}$. Genom den i uterummet förhöjda temperaturen kommer transmissionen från de befintliga huskropparnas väggar att minska och genom att värma upp en markvolym under uterummet, kommer även transmissionen ner genom huskropparnas golv att minska samtidigt som den uppvärmda markvolymen ger ett värmetillskott till uterummet direkt via den uppvärmda markytan.

För att hålla uterummets markyta varm, så varm att ovanstående temperaturkrav kan innehållas, erfordras en uppvärmd markvolym om 4.000 m^3 . Denna markvolym uppvärms genom att ett antal rör, där vätska kan passera, sticks ner i marken. Värmen som skall värma markvolymen kommer från solfångare placerade på uterummets tak. Dessa solfångare värmer markvolymen till ca $24 \text{ graders temperatur}$ på höstsidan varefter temperaturen tillåts sjunka ner mot 16 grader . Solfångarna tillåts även producera ca hälften av husens tappvarmvattenbehov.

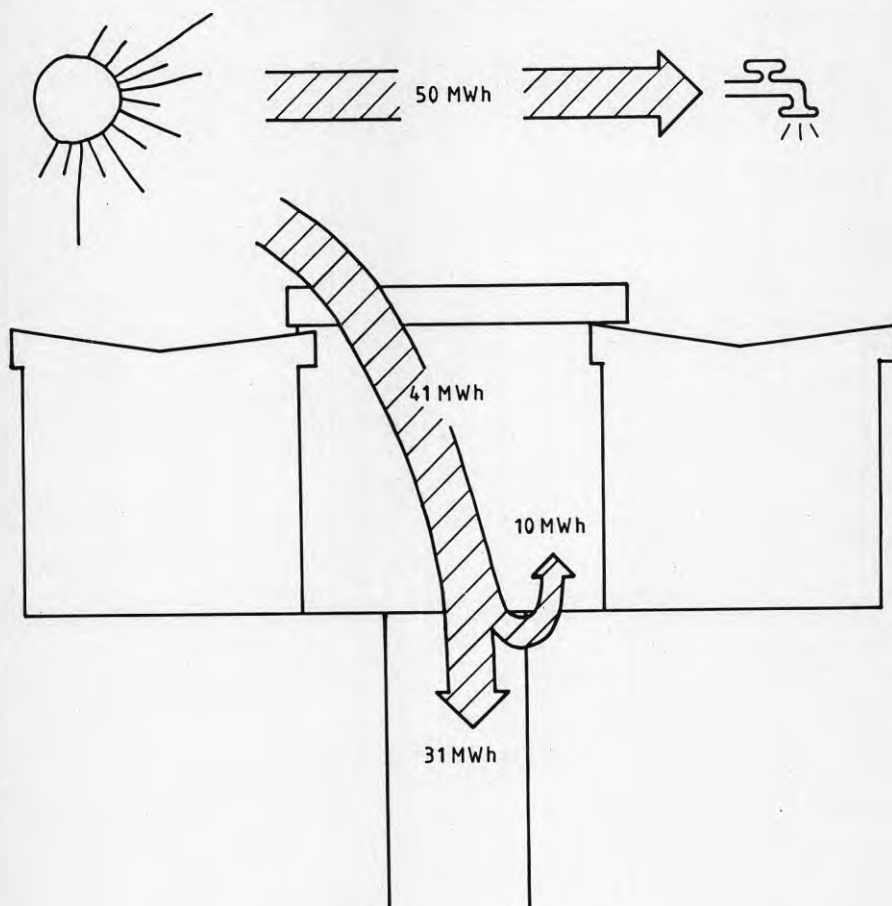
5.2 Energiberäkningar

Beräkningarna är utförda enligt superponeringsprincipen d v s olika flöden adderas till varandra och summan beskriver det slutliga resultatet.

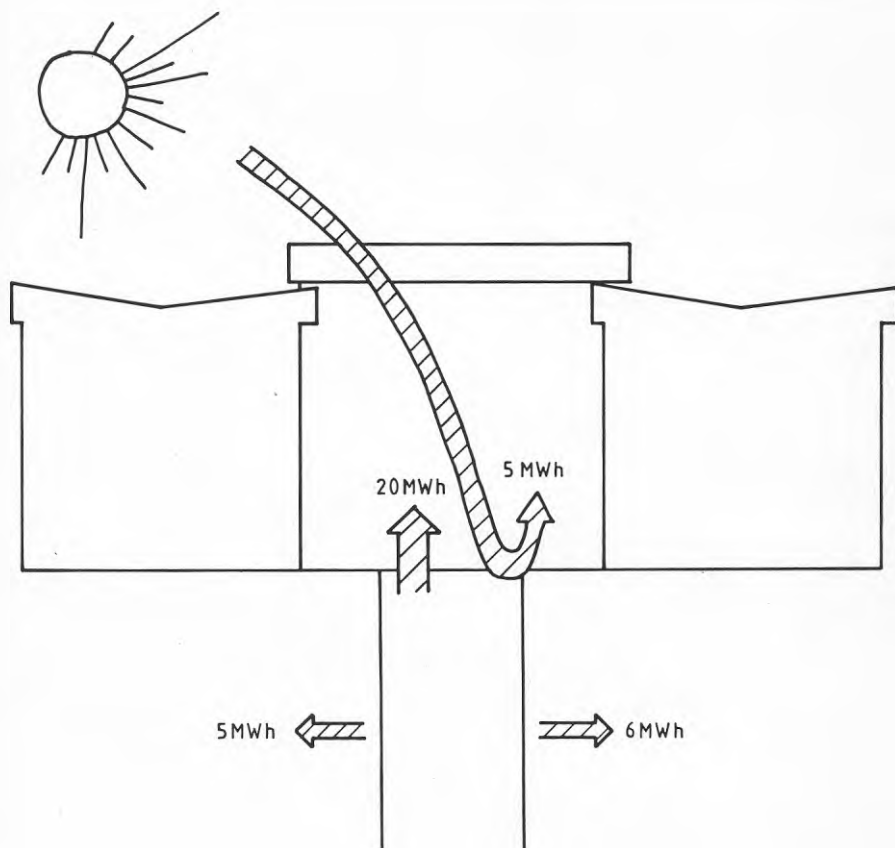
Solfångarna utnyttjas framför allt under lågeffektid för att värma marken mellan husen. Den värmda markvolymen påverkar även förhållandena under husen så att temperaturen där höjs några grader.

När solintensiteten är hög klarar inte marklagret av att svälja hela effekten, då utnyttjas solfångarna för att direkt värma tappvarmvattnet.

Den uppvärmda marken avger sin värme till uterummet på vintern. Förutom att temperaturen i uterummet hålls på acceptabel nivå, innebär det även att transmissionsförlusterna från husens väggar som vetter in åt utegården minskar.



Figur 5.1 Energibalans för perioden mars - oktober

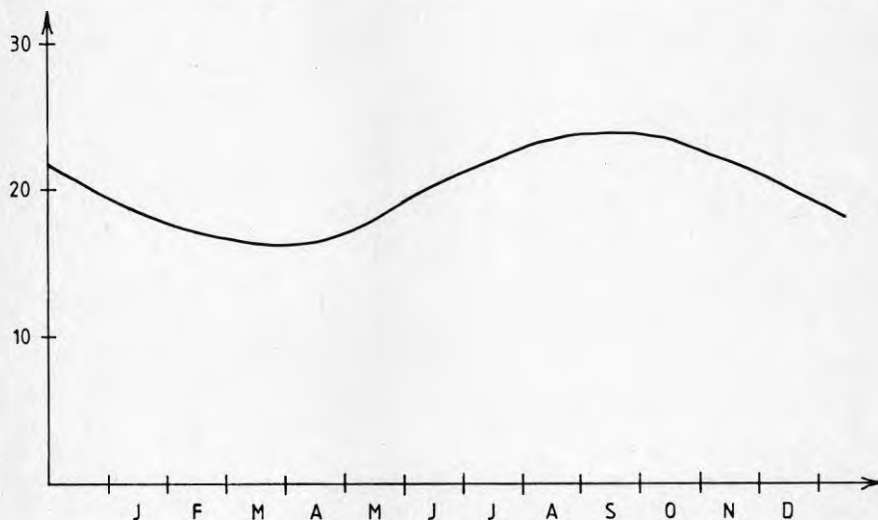


Figur 5.2 Energibalans för perioden november - februari

Den högre marktemperaturen medför även minskad transmission genom golvet.

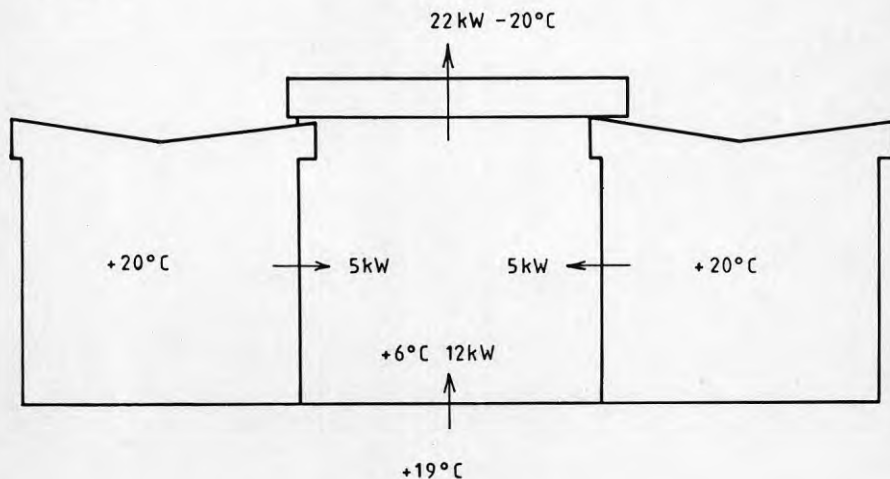
De beräkningar som har utförts, visar att 75% av den energi som förs ner sommartid kommer huset tillgodo vintertid. Lagringscykeln har således 25% värmeförlust.

Markyttemperaturen som varierar från höstens ca 24 grad. C ner till 16 grad. C i slutet på mars. En av projektets problemställningar är vilken temperatur det blir i uterummet en kall vinterdag. För att fastställa detta görs en energibalans. Resultatet av energibalansen framgår av figur 5.4.



Figur 5.3

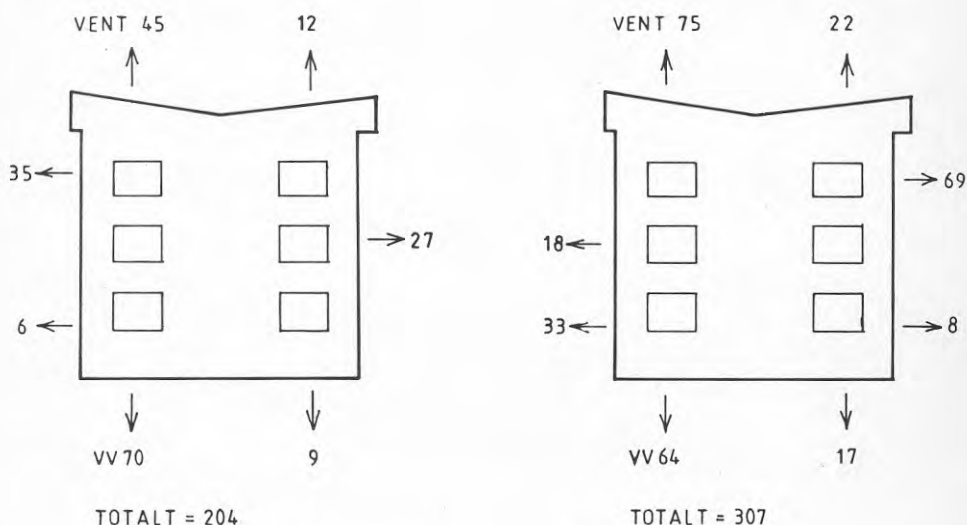
Figur 5.3 visar temperaturvariationen i marklagret under ett år.



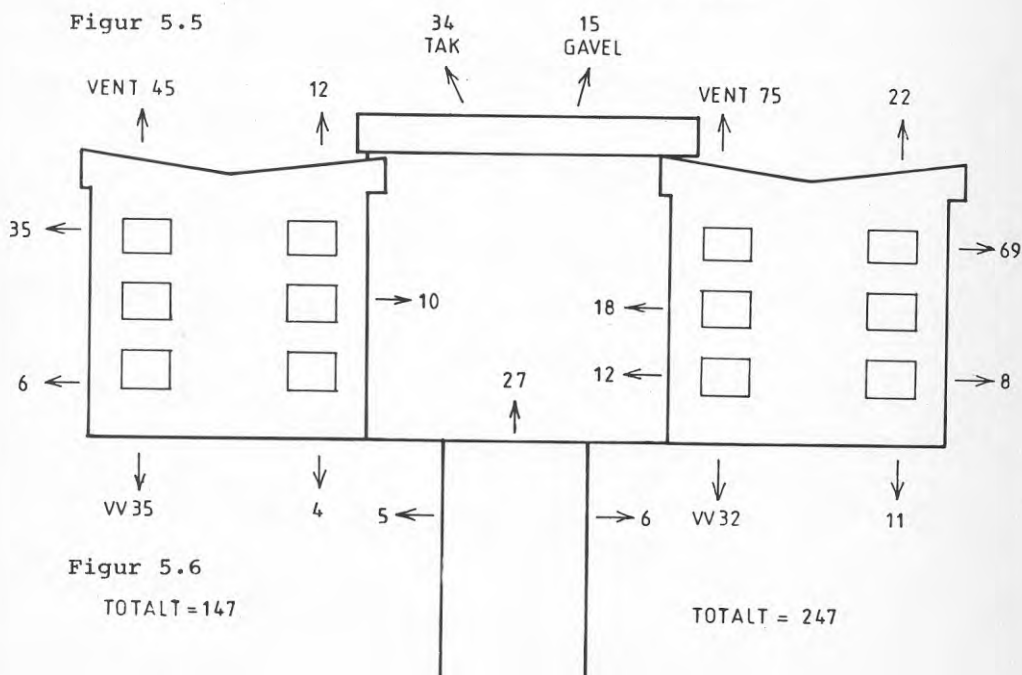
Figur 5.4

Den mest svårbestämbara parametern i denna energibalans är värmeflödet från marken upp i uterummet. Beräkningar visar att detta flöde är nästan helt oberoende av markytans utseende så länge det inte finns någon isolering. Man kan alltså räkna med att markytan har en temperatur som skiljer sig mindre än 1 grad ifrån underliggande marktemperatur och på så sätt kommer värmeflödet uppåt att bli ganska välbestämt.

För att klarlägga energibesparingen i systemet görs en energibalans över året. Denna energibalans visas i figur 5.5 och 5.6, där figur 5.5 beskriver förhållandena innan och figur 5.6 förhållandena efter det att uterummet har byggts.



Figur 5.5



Figur 5.6

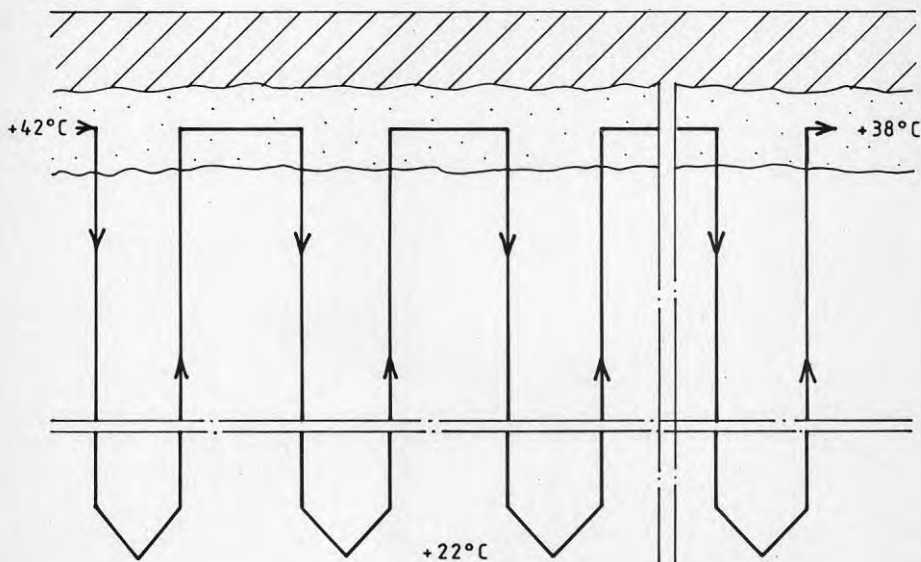
Ur dessa figurer kan utläsas att transmissionen från husets väggar, som vetter in mot uterummet minskar från $27 + 33 = 60$ MWh/år till $10 + 12 = 27$ MWh/år d v s med 33 MWh per år. Vidare minskar golvtransmissionen från $9 + 17 = 26$ MWh/år till $4 + 11 = 15$ MWh/år d v s en minskning med 11 MWh/år. Energibehovet för varmvattenuppvärmning minskar från $70 + 64 = 134$ MW/år till $35 + 32 = 67$ MWh/år d v s en minskning med 67 MWh/år. Totalt minskas således husets värmebehov med $33 + 11 + 67 = 111$ MWh/år.

5.3 Systemets utformning

5.3.1 Allmänt

Uterummets takyta förutsätts vara uppbyggt av isolerade solfångare riktade mot söder med 25 graders vinkel mot horisontalplanet samt tvåglasfönster alternativt dubbel akryl åt norr. Den totala takytan är ca 460 m² varav ca 270 m² erfordras som solfångaryta. Denna solfångaryta får en maxeffekt på 160 kW till varmvattenberedningen och en maxeffekt på 70 kW till marklagret. För att med tillräcklig effektivitet kunna föra ner denna effekt i marklagret krävs 1800 m dubbelrör nerstuckna i marken. Om marklagret görs 10 meter djupt kommer således 180 nedstick att erfordras.

5.3.2 Marklagret



Figur 5.7

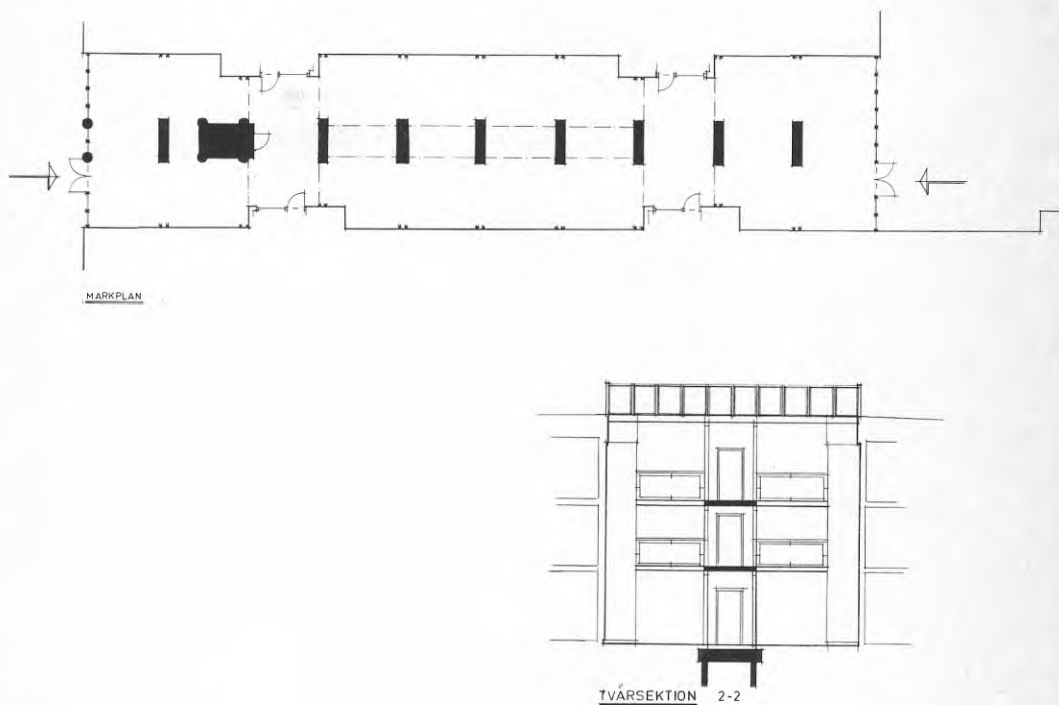
Fig. 5.7 visar ett exempel hur markens effekter och temperaturer ser ut i början på juli. Det uppvärmda vattnet kommer från solfångare/värmeväxlare 42 grad. C. Det kyls i rören till 38 grad. C när det återvänder till

värmeväxlaren. I marken är det 22 grader i genomsnitt och röret klarar av att överföra en effekt på 2,2 W/m grad. C. Den totala värmeöverföringsekvationen blir således

$$1800 \text{ m} \times 2,2 \text{ W/m grad. C} \times 18 \text{ grad. C} = 71 \text{ kW}$$

vilken är den effekt som skall föras ner i marken.

Den tak- och balkongkonstruktion som skall byggas kräver pålning. Den pålning som skall utföras framgår av fig. 5.8.

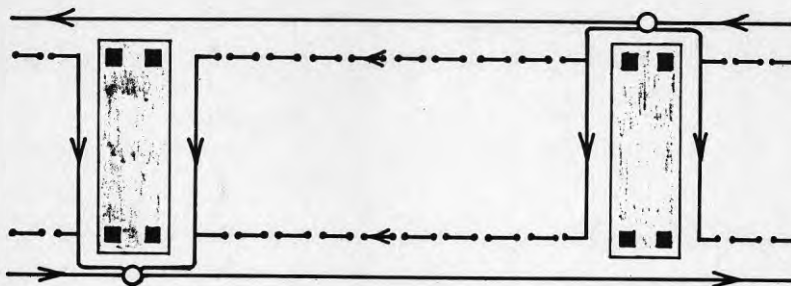


Figur 5.8

Markvärmeväxlaren utföres samtidigt som den övriga pålningen och värmeväxlarrören förlägges i två parallella rader d v s helt parallellt med de tänkta pålraderna. Den totala radlängden blir 63 m. För att få ner 180 nedstick blir alltså avståndet mellan varje nedstick 35 cm. Nedsticken delas in i 9 olika grupper, alla med möjlighet till avstängning och läckagekontroll. Utseendet på en grupp framgår av figur 5.9.

Varje grupp består av två stycken seriekopplade rörvärmeväxlarenheter var och en med 10 nedstick. Varje grupp består således av 20 nedstick.

En tilllopps- och returledning förbinder grupperna med varandra och för vätskan vidare till solfångarvärmeväxlare.

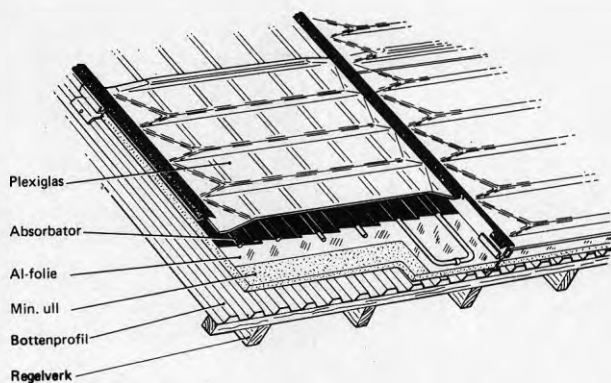


Figur 5.9

Figur 5.9 visar flödesbild och geometri för en rörgrupp i marklagret.

5.3.3 Solfångarna

En lämplig solfångare för detta projekt är en takintegrerad typ ex en utveckling av den typ som byggts i olika projekt i bl a Kungsbacka och Växjö kommun.



Figur 5.10

Denna solfångare är platsbyggd, där man ovan de ordinarie takstolarna fäster reglerna som skall bära solfångarkonstruktionen.

Vid regeln fästs TRP-plåten, som efter monteringen är gångbar. TRP-plåtens "dalar" utnyttjas för ventilering under solfångarens isolering. TRP-plåten fungerar även som taktäckning om läckage uppstår på solfångaren.

På TRP-plåten skruvas fästprofiler av aluminium fast med ett inbördes avstånd på cirka en meter i såväl längs- som höjddled. På fästprofilen placeras en spröjsprofil i takets lutning. Taket blir indelat i fack med cirka en meters bredd.

Ovanpå TRP-plåten och mellan spröjsprofilen läggs en aluminiumbeklädd mineralullsmatta.

Absorbatoren läggs ovanpå den aluminiumbeklädda mineralullen. Absorbatoren består av aluminium- eller kopparplåt med selektiva egenskaper. I plåten är kopparrör fästade som kyler solfångaren med det glykolblandade vattnet.



Figur 5.11

Ovanför absorbatoren placeras en vågformad akrylglas-skiva. Akrylglaset hålls på plats av gummilister av EPDM-gummi. Vid varje skarv överlappar den övre glasskivan den undre med ca 15 mm, regnvatten rinner hela tiden ovanpå glaset, vid överlappningen är den undre skivan försedd med en upphöjd klack, som förhindrar att vatten blåser in nerifrån mellan glasskivorna.

För att undvika kondensbildning finns små luftpassagemöjligheter genom solfångaren. De energimängder som går till spillo genom detta förfarande påverkar i mycket ringa grad prestanda (tester på Statens Provingsanstalt).

Genom att bygga solfångaren på det redovisade sättet har man möjlighet att relativt enkelt byta ingående komponenter. Vid byte av glasskivan lossas skivorna ovanför den som skall åtgärdas, varefter den nya glasskivan kan infästas. Om en av absorbatorenerna behöver bytas lossas alla glasskivorna i en rad, varefter utbyte kan ske.

I taknock läggs två samlingsledningar, (tillopp och retur), av koppar. Till dessa ansluter man de två ledningarna från absorbatoren.

För att erhålla rätt flödesfördelningar i solfångarna, delar man upp solfångarytan i mindre enheter. Varje enhet anslutes med en strypventil till samlingsledning av stål som är förlagda i utrymmet under ytter-taket.



Figur 5.12

Figur 5.12 visar en färdigbyggd takintegrerad solfångare.

5.4 Provningsresultat

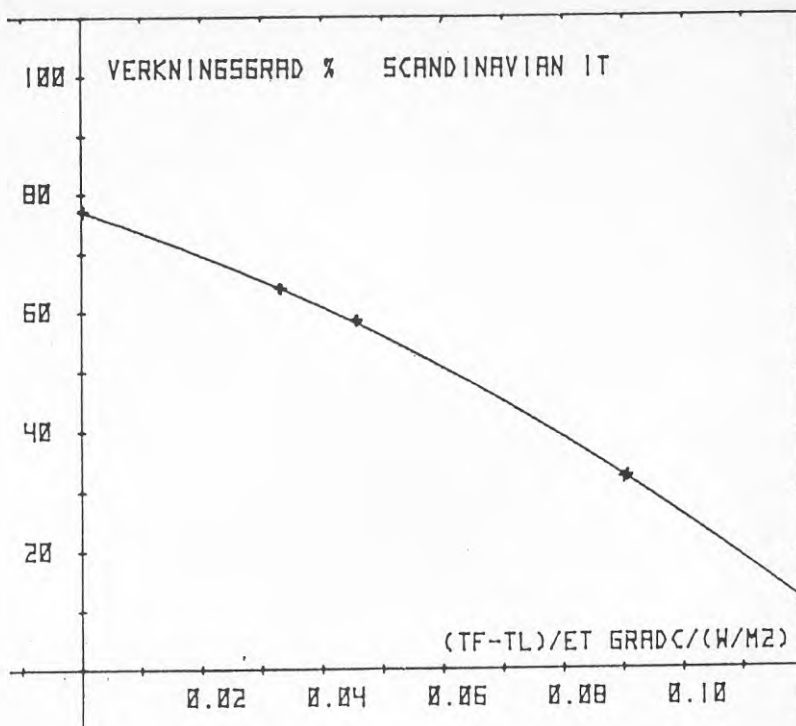
En solfångare av denna typ provades under perioden augusti/september 1983, vid Statens Provningsanstalts utomhuslaboratorium i Borås.

Provningarna gällde solfångarens effektverkningsgrad och hållfasthetsegenskaper mot yttre klimatiska påfrestningar.

Provningsolfångaren placerades på en träregelstomme, vilken uppbyggdes som en ordinär takstolskonstruktion. Ovanpå träreglarna monterades 6,5 m² (aperturyta) solfångare.

Provningarna resulterade i verkningsgradskurvor som redovisas i fig. 5.13, utdrag ur Statens Provningsanstalts protokoll 8332, 191.

Verkningsgradskurvorna gäller för en total solinstrålningstäthet (Et) i solfångarens plan av 800 W/m². TF står för värmebärarens medeltemperatur i solfångaren. TL är benämningen för omgivningstemperaturen (lufttemperaturen).



Figur 5.13

Figur 5.13 visar termisk verkningsgrad, η , som funktion av övertemperatur genom total instrålningstäthet $(TF-TL)/Et$.

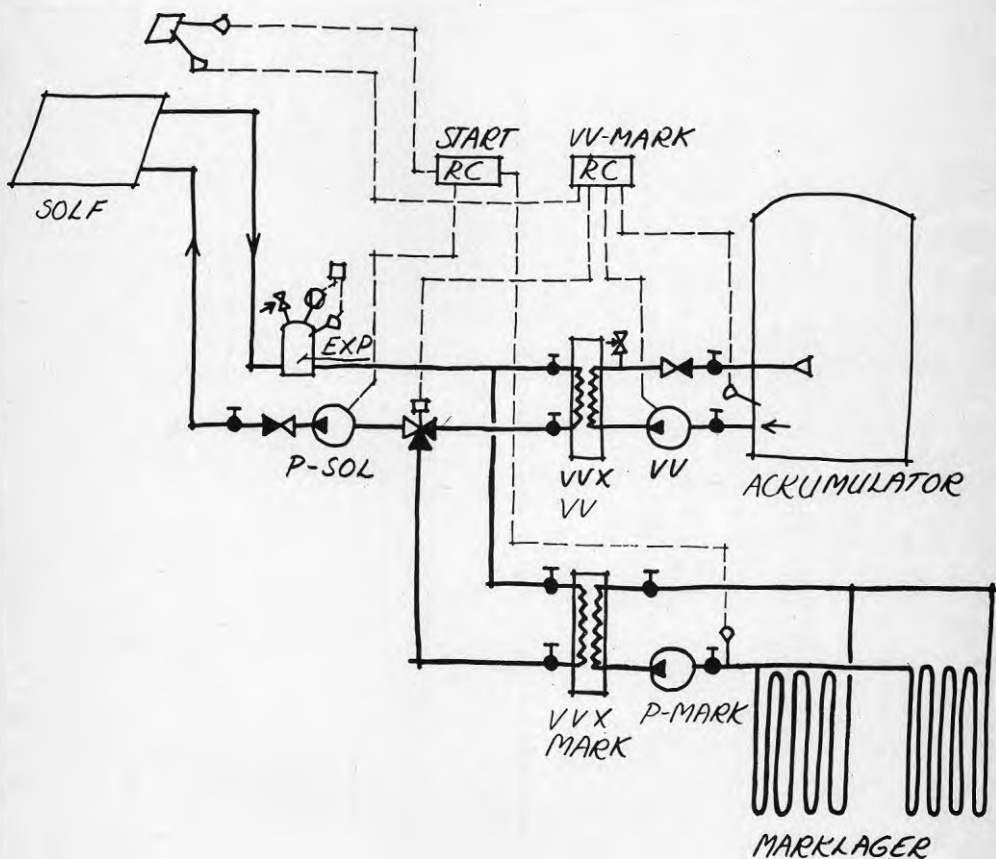
5.3.4 Principschema

Solfångarna skall producera värme dels till varmvattenackumulatorn, dels till marklagret. Detta sker genom att solfångarnas glykolkrets kopplas till 2 st värmewäxlare. En värmewäxlare VV förser ackumulatorn med värme, en VVX-mark förser marklagret med värme. En trevägsventil kopplar om flödet mellan värmewäxlarna beroende på följande premisser:

Systemet startar så fort en givare i en speciell stagnationstemperatursolfångare känner att temperaturen är varmare än temperaturen från marklagret. För att kunna upprätthålla mätning och för att kunna hålla en varm markyta året om går PM-Mark hela året. Om stagnationstemperatursolfångaren är mer än 20 grader varmare än temperaturen i varmvattenackumulatorn tillåts trevägsventilen styra över så att värme enbart förser till ackumulatorn. Så fort denna då blir uppvärmd så att temperaturskillnaden mellan stagnation och den aktuella temperaturen i ackumulatorn blir mindre än 25 grader växlar solvärmens över till marklagret igen.

Systemet är som framgår relativt enkelt där två "standardssystem" har kombinerats ihop via en trevägsventil.

Fördelen med denna koppling är att all värme som kan produceras även vid låga temperaturer kommer marklagret tillgodo samtidigt som man bara värmer varmvattnet när solen har hög verkningsgrad d v s vid höga instrålnings-effekter alternativt när ackumulatorns bottendel inkommande kallvatten är riktigt kall.



Figur 5.14

Figur 5.14 visar principkopplingar (schemat) över hur olika komponenter samverkar.

KAP. 6.1 INVESTERINGSKOSTNADER

I detta projekt med aktiv solvärme för uterum erhålles ett uterum med acceptabelt klimat för att vistas i hela året samt ge en minskad energiförbrukning totalt för byggnaderna. Om man vill ha ett uterum kan man dels bygga denna typ av aktivt soluterum dels bygga ett vanligt glasat tak samt gavelväggar. I det fall att man bygger glasat tak erfordras värme med relativt stora effekter vintertid. Man måste även lösa kylningsproblemet sommartid med hjälp av öppningsbara väggar eller dyl.

För att kunna bestämma värdet av energibesparingen i det aktiva uterummet kostnadssättes dels detta uterum dels ett passivt uterum. Det passiva uterummet är uppbyggt av ett välvt tak täckt med helt transparent taktäckning.

Kostnader för passivt och aktivt uterum.

	PASSIVT (Kr)	AKTIVT (Kr)
Solfångare	-	400.000
Transparent 3-glas	430.000	165.000
Bärande takkonstruktion	130.000	265.000
Gavelväggar	98.000	98.000
Dörrar	22.000	22.000
Anslutningsdetaljer	30.000	30.000
Sommarutluftning	200.000	-
Projektering	200.000	270.000
Värmeanläggning	70.000	-
VVS	-	100.000
Pålning	50.000	50.000
Värmelager	-	100.000
Trädgård-mark	100.000	100.000
Loftgångar	250.000	250.000
Hiss	370.000	370.000
	-----	-----
Summa	1.950.000	2.220.000

Hänsyn har ej tagits till kommunala eller statliga bidrag. Speciellt hissar och loftgångar erhåller vanligtvis bidrag. Ovanstående tabell får i vissa avseenden betraktas som bedömningar. Huvudresultatet av tabellen är att skillnaden i kostnader mellan de två alternativen är väldigt liten om man bortser från själva marklagret.

Den totala skillnaden mellan de två systemen inklusive marklager och solfångare i det aktiva systemet blir 150.000 kr.

KAP 6.2 DRIFTKOSTNADER

Driftkostnaderna indelas i två grupper, dels drift- och underhåll och dels energikostnader.

Drift- och underhållskostnaderna bedöms vara lika i de två alternativen. I det aktiva alternativet ökar kostnaderna på de rörliga delar såsom pumpar, styrenheter osv medan det i det passiva erfordras åtgärder för att klara värmen sommartid.

Energikostnaderna för det aktiva alternativet minskar med energiförbrukningen. Enligt figur 5.5 och 5.6 minskar husets värmebehov med 111 MWh/år från nuvarande läge till aktiva solhus med uterumsbyggnationen.

Motsvarande beräkningar ger att energiförbrukningen minskar med ungefär 20 MWh med hjälp av passiv inglasning av uterummet. Byggnadernas driftkostnader skulle således minska med $91 \times 300 = 27.000$ kr/år.

Kap 6.3 LÖNSAMHET

Vid bedömningen av lönsamheten kan två frågor ställas, dels om uterummet i sig är lönsamt oavsett hur man har löst i detalj energifrågorna, dels om ett aktivt system sol och lagring är lönsamt gentemot ett passivt system med direkt solinstrålning genom fasaden. För att få svar på frågan om uterummets lönsamhet kan man ta hela investeringskostnaden och därifrån dra nuvärdesberäkning av den samlade energibesparingen under en period av 20 år. Skillnaden mellan dessa belopp blir den faktiska kostnad som uterummet kostar. Uterummets totala kostnad var i detta fall 2,22 miljoner kronor och den årliga besparing var 111 mWh motsvarande 33.000 kr per år.

Under antagandet att energipriset stiger med inflationsindex och man kräver 4% real ränta ger således 20 års energibesparing nu summan 450.000 kr nuvärdes beräknat och den totala överkostnaden för uterummet således 1,77 milj. kr. Dessa pengar skall fördelas som en hyra för uterummet och 1,77 milj. dividerat med 400 m² innebär en byggkostnad av 4425 kr per m².

En del av investeringarna kan med stor sannolikhet finansieras med statliga lån då de ökar tillgängligheten i äldreboendet och i kostnaden ligger tex loftgångar, hissar osv. Oavsett om man får statliga lån eller inte blir kallhyran låg i uterummet, ett par hundra kronor per m² och år. Uterummet som sådant synes således vara en ekonomiskt acceptabel affär.

Den andra frågan om det aktiva sol-lagringssystemet är lönsamt kontra ett passivt uterum hänger enbart på energiförbrukningen. Skillnaden i energiförbrukning mellan dessa två alternativ var 91 mWh eller 27 000 kr/år. Gör man en nuvärdesberäkning av pengarna (20 år 4% ränta) så finner man att det aktiva uterummet med sol och lagring kostar 2,22 milj. kr minus 370 000 = 1,85 milj. kr, detta skall jämföras med det passiva uterummets kostnad på 1,95 milj. kr.

Det aktiva uterummet synes således vara att föredra om man vill ha 4% real förräntning på pengarna. I ovanstående jämförelse kan denna reala förräntning uppgå till 7% för aktiva uterummet jämfört med det passiva.

REFERENSLISTA

Tidskriften Arkitektur 9 - 1984

- SMHI Snötäcket i Sverige 1931 - 60
- SMHI Solstrålningsmätningar feb 1984
- SMHI Normalnederbörd 1931 - 60 84 05 01
- SMHI Medeltemperaturer 1931 - 60 73 05 16
- SMHI Frekvensfördelning av Vindriktning
Station 438 Vingåker
- SMHI Frekvensfördelning av Vindhastigheter
Station 438 Vingåker
- SMHI Månadsmedel av globalstrålning för
perioden 1961 - 1980 81 06 01
- SMHI Solskenstider 1961 - 1975 77 10 14

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 840018-5
från Statens råd för byggnadsforskning till Vingåkershem
AB, Vingåker.**

R126: 1985

ISBN 91-540-4476-6

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6705126

**Abonnemangsgrupp:
Ingår ej i abonnemang**

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

Cirka pris: 30 kr exkl moms