

SAMMANFATTNING AV RAPPORTERNA: "BYGGNADER UTAN VÄRMESYSTEM", EJE SANDBERG, MAJ 2003 OCH "KÄNSLIGHETSANALYSER FÖR BYGGNADER UTAN VÄRMESYSTEM", EJE SANDBERG, APRIL 2003

Rapporten "Byggnader utan värmesystem" behandlar definition, potential, hinder och utvecklingsmöjligheter för konceptet byggnader utan värmesystem (BUV). Rapporten "Känslighetsanalyser för byggnader utan värmesystem" innehåller de bakomliggande uppgifterna om indata och beräkningar till de resultat som presenteras i den tidigare rapporten. I rapporterna visas resultat för flerbostadshus, radhus och småhus. I denna sammanfattning presenteras främst den information som berör flerbostadshus.

Definition och föreslagna krav

Med byggnader utan värmesystem (BUV) avses byggnader med så bra klimatskal och så effektiv värmeåtervinning ur frånluften att inget egentligt värmedistributionssystem krävs. Däremot accepteras att med en eftervärmare i tilluften kunna höja tilluftstemperaturen eller att på annat sätt tillföra en värmeeffekt.

BUV innefattar egentligen endast uppvärmningen, men skall hela byggnadens energianvändning påverkas måste även systemdelarna varmvatten och driftel hanteras. Konceptet kan utvecklas med att bygga ekologiskt, solorientera, installera energieffektiva apparater, välja olika försörjningsalternativ etc.

Följande maximala effektnivåer föreslås för kommande tillämpningar och demonstrationsprojekt:

Flerbostadshus	10 W/m ² BRA
Radhus/parhus	11 W/m ² BRA
Småhus	12 W/m ² BRA

Effekterna utgår från en förlustanalys av spillvärmeeffekter. Effektkriteriet baseras på max acceptabel tilluftstemperatur i tilluften dvs hur stor effekt man kan tillföra via tilluften om man inte ska överstiga ca 50-grader.

Ovanstående krav anses kunna klaras med dagens teknik, förutom för enplans småhus beroende på att den omslutande ytan blir för stor i förhållande till BRA.

På grund av stora variationer i värmebehov beroende på var i byggnaden bostaden är placerad, bör kraven ställas för varje bostad och inte för hela fastigheten.

Verifiering skall kunna ske genom besiktning och genom mätning av byggnadens förluster, t ex mha förlustmetoden eller en metod utvecklad inom MEBY-projektet.

Kraven klaras även med energieffektiva apparater om fönsterarean är mindre än ca 14-15 % av uppvärmd yta.

Mest betydelsefulla förluster är fönster, ventilation och för ytterlägenheter ytterväggar.

Mest betydelsefulla spillvärmeeffekter är först och främst spillvärmen från elektriska apparater, därefter personvärme, varmvattenberedare och fläkt. Hänsyn har inte tagits till solinstrålning, eftersom inneklimatet skall klaras även utan solinstrålning.

Energianvändningen går till största delen till driftel, därefter till varmvatten och uppvärmning.

Sommartid klaras komfortkraven om det finns solavskärmning.

Årsenergibehovet kommer att variera mellan 2-22 kWh/m² beroende på läge.

Analys

Analys har gjorts för att visa att ovanstående krav är tillämpbara för bostäder. Följande indata har använts vid analyserna:

- Verkningsgrad värmeåtervinning: 85%.
- Specifik fläkteffekt: 1.700 W/m³,s, varav 50% blir spillvärme
- Innetemperatur: 22 grader
- Dimensionerande utetemp: -18 grader (Stockholm)
- El för hushållsapparater och drift i småhus: enligt Boverkets anvisningar, men exkl el till fläktar och pumpar. Andel el som blir spillvärme: 80% vid normaldrift, 30% om bostaden inte används (bortrest). Normaldriftvärdet, perioden dec - feb antages dock ligga 30% över årsgenomsnitt pga mer belysning, mm.
- Luftflöde: 0,35 l/s,m² (dimensionerande kriterie)
- Personvärme: 1 W/m², enligt Boverkets anvisningar

Följande egenskaper har använts för klimatskalet (data från Lindåsprojektet):

- Fönstrets U-värde: 0,85 W/m²,grad
- Dörrarnas U-värde: 0,8 W/m²,grad
- Vägg: 0,1 W/m²,grad
- Tak: 0,08 W/m²,grad
- Golv: 0,09 W/m²,grad
- Luftläckage: 0,3 l/m²,s vid 50 Pa.

Till detta har adderats köldbryggor: 0,02 W/K,m²BRA

Förlustanalys

Största förlustposten är förlusten genom fönster, för lägenheter motsvarar den 42 % om fönsterarean per golvarean är 15 %. Vid 12 % fönsterarean/golvarean motsvarar förlusten 36 % av totalförlusten. Därefter ventilation efter värmeåtervinning på 85 %, och därefter förlust i övriga klimatskalet, mest i väggar. Förlusterna kompenseras till viss del av spillvärme, vilken mest kommer från el, därefter personer.

Ingen solinstrålning är medräknad i analysen av effekter eftersom det inte är säkert att det är så mycket sol under de kallaste dagarna av året. Solen står också så lågt att alla lägenheter inte säkert får sol. Den kallaste perioden räcker inte spillvärmen till. Enklast tillförs tillskottet via ett eftervärmningsbatteri på tilluften.

Uppvärmningssäsongen blir mycket kort, för flerbostadshus är månadsmedelvärden på utetemperatur inte tillräcklig upplösning för att se något uppvärmningsbehov, högre upplösning krävs. För jämförelse finns uppvärmningsbehov för radhus utan solinstrålning 1080 timmar (1400 kWh/år). Med solinstrålning finns uppvärmningsbehov 550 timmar (700 kWh/år).

Årsenergibehovet för lägenheter med låg elenergi (50 %) blir 100-400 kWh/år beroende på solinstrålning, uppvärmningssäsongen blir 200-900 timmar.

Skillnaderna i uppvärmningsbehov kan hanteras i individuella ventilationssystem. Centralt aggregat däremot ger en övertemperatur på 6 grader i mittlägenheter med litet värmebehov. Om centralt aggregat används bör eftervärmaren ändå placeras i varje lägenhet.

För att klara flerbostadshusens krav på 10 W/m^2 värmebehov bör $A_{\text{omg}}/\text{BRA}$ vara mindre än 2,0.

Vid dimensionerande beräkningar, räkna med 50 % elanvändning (stämmer med MEBY-husen).

För flerbostadshusens ytterlägenheter klaras nästan kravet på 10 W/m^2 med 10 % fönsterarea/BRA. För en mittlägenhet klaras kravet med 20 % fönsterarea/BRA. I rapporten rekommenderas 12 % som referensvärde.

Bortrestsituation

Utebliven spillvärme från personbelastning och el på ca 3 W/m^2 ger att innetemperaturen skulle bli 13-14 °C om ingen reserv finns i eftervärmningsbatteriet. Detta är dock endast teoretiskt. Under beräkningsförhållandena sjunker temperaturen ca 0,5 °C/dygn, vilket ger 5 °C på 10 dagar. Innetemperaturen sjunker då från 22 °C till 17 °C. För att åter värma upp till 22 °C krävs ca 60 kWh. För radhus rekommenderas en elvärmare på 250 W för detta ändamål. Någon rekommenderad effekt finns inte angiven för flerbostadshus. Att klara denna uppvärmning med en överdimensionerad eftervärmare klaras endast i mittlägenheterna, för övriga lägenheter blir tilluftstemperaturen för hög. Den är redan ca 50 °C vid normaldrift.

Övriga ytor i flerbostadshus får spillvärme från exempelvis VVC och distributionsförluster från decentraliserade vattenburna eftervärmningsbatterier. Specifika analyser för övriga utrymmen i flerbostadshus är inte gjorda.

Eftersom önskad innetemperatur varierar mellan lägenheter kan innetemperaturen sänkas om grannfamiljen vill ha lägre temperatur.

Vår och höst kan innetemperaturen regleras med tilluftstemperaturen om man har lägenhetsaggregat. Fönstervädning kan hantera stora kyleffekter så länge utetemperaturen är påtagligt lägre. Under sommaren krävs bra solavskärmning.

Försörjningssystem

Elenergi är ett attraktivt alternativ på grund av låga värmebehov. Jämförande beräkningar finns med fjärrvärme och standardlösning finns. Analys bör göras för konkret byggnad.

Kostnads kalkyler

Med ett flerbostadshus med 24 lägenheter (80 kvm/lgh) i 4 plan utan källare, 2 byggnader/fastighet blir merinvsteringen ca 25 000 kr/lgh för BUV, lite högre för system med el och värmeåtervinning på spillvattnet än för standardbyggnad med fjärrvärme. Merkostnaden beror främst på lägenhetsvisa ventilationsaggregat.

LCC med energi och underhåll och 5 % kalkylränta ger 10-20 % lägre driftkostnad med BUV. Med 10 % kalkylränta blir totalkostnaden ca 5 % lägre för flerbostadshus utan värmesystem. I beräkningen är inte förlorad uthyrningsbar yta på grund av tjockare väggkonstruktioner med. Inte heller kostnader för kvalitetskontroll och utbildning. Energiprisökningar är inte med.

Priser för BUV kan sänkas med ökad volym.

Energipriser varierar kraftigt i landet. Där man har låga fjärrvärmepriser t ex på grund av spillvärme är BUV inte en självklarhet.

Hinder

Marknad:

- normalt inga incitament för att bygga bättre än BBR.
- marknaden kommer att vara ifrågasättande till BUV

Teknik:

- Värmeåtervinning, t ex FTX är ej kostnadsoptimerade för flerbostadshus
- Ljudproblem i tilluftssystemet – hinder för acceptans hos boende
- Arkitekten begränsad vid val av fönsterstorlek
- Isolering och täthet kräver kvalitetsstyrd byggprocess, utbildning, speciella detaljlösningar.
- Organisation: helhetssyn saknas i projekteringsprocessen. Totalentreprenader har fokus på lägsta investeringskostnad.

SAMMANFATTNING AV RAPPORTEN:

TVÄRVETENSKAPLIG ANALYS AV LÅGENERGIHUSEN I LINDÅS PARK, GÖTEBORG (FEB. 2003)

Nedan redovisas ett sammandrag av de noteringar jag gjort i rapporten och som jag anser att vi bör beakta i vårt projekt. På vissa ställen har vi lagt in egna anmärkningar i kursiv stil.
/Svante Wijk

Projekteringsfasen

- Under projekteringen av husen fördes mycket diskussioner mellan de inblandade parterna vilket ledde till att projekteringen tog längre tid än vid ett "vanligt" husbygge. Resultatet blev därför också att projekteringen blev dyrare än vanligt. Flera av de inblandade berättar att det var många aktörer som skulle vara med och tycka till men de ansåg också att det var viktigt att alla var överens. Man hade flera möten och seminarier där en stor grupp aktörer deltog.
- Det var speciellt mycket diskussioner kring värmebatteriet, FTX-aggregatets verkningsgrad, jordförlagd tilluftskanal och luftburen värme.

Genomförandefasen

- Några av skälen till att projektet lyckades anser man delvis beror på: engagerad platschef, Hans Eek deltog mycket ute på arbetsplatsen samt all utbildning av byggarbetare och underentreprenörer som gav dem mer förståelse och ett ökat engagemang.
- Bygget tog längre tid än vid normal byggnation bl a beroende på noggrannheten vid tätningen samt alla materialtransporter (mer material skulle transporteras och byggas in).
- Alla aktörer positiva till all publicitet.
- Röda siffror för byggherre och byggentreprenör. Bara positivt för de boende.
- Platschefen är en nyckelperson för att man ska lyckas med denna typ av projekt.
- Man var noga med att inte benämna husen som "Eko-hus" eftersom det har en negativ klang för många.

Boendeupplevelse – inomhusklimat

Värme och temperatur

- De flesta tycker att det är en för ojämn inomhustemperatur, men flera anser inte att det är störande. Kan vara ett initialt problem första året då byggfukt ska torkas ut samt att de boende lär sig att anpassa sitt beteende.
- Flera skulle vilja ha kamin.
- Vill ha timer på värmebatteriet så att det t ex kan slås på i god tid före hemkomst.
- De boende anser att värmebatteriet inte räcker till. Flera har extra radiatorer.
- Då temperaturen gått ned för att de varit hemifrån under dagen går det snabbt att få upp den igen, men inte då de varit bortresta en längre tid.
- Upplever de kalla golven i undervåningen som ett problem. *(Kan bero på kallras från ventilationsdon).*

- Kallare i badrummet som vetter mot norr om inte vitvarorna är igång. (*Kan bero på den höga lufthastigheten där*).
- Flera vill ha golvvärme.
- Några tycker inte att varmvattnet räcker till.
- De boende är positiva till solvärmern, både ur miljö- och ekonomisk synvinkel.
- Temperaturen kan gå ned under 20 grader på vintern fastän värmebatteriet är igång. Om hushållsmaskinerna går så kan de dock få upp temperaturen.
- De boende vill ha ca 20-21 grader inomhus.

Ventilation

- De boende är mycket nöjda med inomhusluften. Frisk luft. Allergiker mår bra.
- Då det förinställda börvärdet i ventilationsaggregatet är uppnått börjar det blåsa kallluft från ventilationsdonen vilket de boende är missnöjda med. (*Man bör sätta minbegränsning beroende på utetemperatur samt effektstyrning på värmebatteri.*).
- Att öppna ett fönster i bottenplan samt takfönstret ger en mycket effektiv genomvädring.

Ljud

- De är nöjda med ljudisoleringen mellan lägenheterna men inte inom lägenheten. Isoleringen i innerväggarna och mellan våningarna bör ökas. (*Detta ökar dock ojämnheten i inomhustemperatur*).

Övrigt

- Flera uppger att de blivit mer medvetna om sitt beteende och ändrat det.
- De boende tycker att de fått dålig information om hur de ska använda värme- och ventilationssystemet.
- Några vill inte ha fönstren ända ned till golvet eftersom de då inte har någonstans att ställa blomkrukor.
- Några boende vill ha ett vädringsfönster i bottenplan av säkerhetsskäl. De vill inte ha verandadörren stående på glänt under dagen. (*Vädringsfönster riskerar stå öppet hela dagarna och då kanske värmebatteriet står på.*)
- Flera påpekar att det regnar in genom takfönstret.
- Det finns en risk att de boende ökar användningen av apparater och belysning för att höja temperaturen, men detta har man inte kunnat notera i denna studie.
- De boendes upplevelser är relativa mot hur de har bott innan de flyttade till dessa hus.

Analys av tekniken

Temperatur och värme

- I gavellägenheterna är det varmare i nedervåningen än i överdito. Omvända förhållanden gäller för mittlägenheterna. I gavellägenheterna varierar temperaturen mer än i mittlägenheterna, men i mittlägenheterna varierar den mer över dagen. Mätningarna visar på höga temperaturvariationer mellan golv och tak (2,5 grader).
- Man har inte uppmätt något kallras i lgh, men däremot har man mätt en mycket hög lufthastighet utan för badrummet i övreplan (0,49 m/s).
- I kommande projekt bör man undersöka om inte fjärrvärme är ett fördelaktigt alternativ som tillskottsenergi.

- Genom att vrida hela huset 180 grader åt norr ger ett ökat värmebehov på endast ca 500 kWh/år, lgh.
- Beräkningarna före byggnationen av husen pekade på att en mittlägenhet skulle dra ca. 7000 kWh/år och en gavellägenhet skulle dra ca 8500 kWh/år. De uppmätta värdena blev för mittlägenheterna 7000-8000 kWh/år och för gavellägenheterna 7000-11000 kWh/år.

Fönster

- Fönstren har fungerat mycket bra. Det utskjutande taket skuggar fönstren vilket leder till mindre utvändigt kondens. Mätningar visar också att yttemperaturen på fönstren är lägre längre ned på fönstren där de inte är skuggade så mycket.
- Fönsterarean mot söder måste inte vara så stor. Ett optimum av solfångarytan torde vara något mindre än idag ca 9 kvm istället för 10,4 kvm.
- Utan takfönster minskar energianvändningen med ca 440 kWh/år, lgh.
- Utan gavelfönster minskar energianvändningen med drygt 1000 kWh/år, lgh.

Solfångare

- Solfångarna har gett ca 40% täckning mot beräknade 50%. Simuleringar visar att om husen vrids +/- 30 % från söder så påverkas inte utbytet nämnvärt. Husen skulle kunna vinklas mer mot sydväst vilket då ger mer kvällssol på de boendes balkonger (vilket de också har uttryckt önskemål om).
- Solfångarna får bättre verkningsgrad med ett större gemensamt solfångarsystem. I Lindås var det dock inte ekonomiskt eftersom behovet var för litet. Om en gemensam anläggning skulle installeras måste man också installera individuell värmemätning.
- Man borde få bättre verkningsgrad med vakuumsolfångare istället. Ackumulatören bör isoleras bättre. Värmeväxling med stratifieringsrör i ackumulatören bör ge bättre verkningsgrad.
- Genom att vinkla solfångarna så att de står mer upprätt leder till bättre utbyte vår och höst. 45 grader rekommenderas.
- Bättre verkningsgrad med större solfångaryta och större ackumulator.
- Ge bättre driftinstruktioner till de boende.

Simuleringar

- Simuleringar har gjorts av tung- och lätt stomme, geometri, orientering, solavskärmning, ventilation, lufttäthet etc.

Övrigt

- Det har kommit upp mycket kritik mot konceptet eftersom det inte helt saknar värmesystem utan har ett luftburet värmesystem. *Därför bör kanske vi inte kalla vårt projekt för "Flerbostadshus utan värmesystem"*.
- De boendes beteende och vanor har större påverkan på energianvändningen än vad som först antogs.
- I vissa fall har ekonomin fått styra mer än energieffektiviteten. T ex vid val av vitvaror.
- En familj på fyra personer avger inte bara mer värme än en tvåpersoners familj utan de använder också hushållsapparater mer vilket ger värme till lägenheten.

- I denna typ av hus är det viktigt att de boende är medvetna om sitt ”energibeteende” om inte annat så tvingas de till att bli mer medvetna för att få ett behagligt inomhusklimat (kortare vädring, användning av solskydd etc.).

Projektfil

G:\2004\Inst\7025210 Flerbostadshus utan värmesystem\15 Husconcept\BV2-ber\punkthus större fönster b 26 gr ingen solinstr.bv2

Simulerings ID

00134:50118102311

Licens ägare

NCC Teknik AB (En-användarlicens)

Licens giltig t.o.m

20051115

Uppdrag nr

7025210

Projekt

Flerbostadshus utan värmesystem

Datum

Kund

Kunds ref.

Vår ref.

Beskrivning

Punkthus större fönster

Skal mot omgivande luft	Söder Fasad	Öster Fasad	Väster Fasad	Norr Fasad	Tak	
Total Area	480	470	470	480	345	[m ²]
Tyngd	Medel	Medel	Medel	Medel	Medel	[-]
U-värde	0,1	0,1	0,1	0,1	0,08	[W/°C·m ²]
Fönster area	26,60	185,30	153,90	26,60		[m ²]
Glas andel	72	72	72	72		[%]
Fönster Solfaktor	0,38	0,38	0,38	0,38		-
Fönster U-värde	0,85	0,85	0,85	0,85		[W/°C·m ²]
Yttre avskuggning						-
Inre gardiner	Finns ej	Finns ej	Finns ej	Finns ej		-
Portar area	4	0	0	0		[m ²]
Portar Uvärde	0,8	1	1	1		[W/°C·m ²]

		Platta mot mark			
Total Golvarea	2400	[m ²]	Area	345	[m ²]
Total volym	6240	[m ³]	U-värde	0,09	[W/°C·m ²]
Rumshöjd	2,60	[m]	Medeltemp i mark	6,60	[°C]
Orientering	0	[°]			
Antal våningsplan	8	[st]			
Area per våningsplan	300	[m ²]	Inre tyngd	Medel	[-]
			Läckageluffflöde	0,01	[oms/tim]
			Läckagelufffaktor	0	[-]

Parametrar för yttre avskuggning

Temp 1 (start) -99°C

Temp 2 (full) -99°C

Genomsläpplighetsfaktorer

diffus,utan 1

diffus,med 1

direkt,utan 0

direkt,med 0

Projektfil	G:\2004\Inst\7025210 Flerbostadshus utan värmesystem\15 Huskoncept\BV2-ber\punkthus b 26 gr ingen solinstr.bv2	
Simulerings ID	00134:50118102141	
Licens ägare	NCC Teknik AB (En-användarlicens)	Licens giltig t.o.m. 20051115
Uppdrag nr	7025210	Datum
Kund	Projekt Flerbostadshus utan värmesystem	Vår ref.
Beskrivning	Kunds ref.	
	Punkthus grundalt	

System med vattenburen kyla

Hygienflöde Dag	0,44	[l/s·m ²]	<input type="checkbox"/> Kyl återvinning
Hygienflöde Nat	0,44	[l/s·m ²]	

Tilluftstemp	20	[°C]	När utetemp är varmare än	20	[°C]
Tilluftstemp	20	[°C]	När utetemp är kallare än	16	[°C]

Specifik fläkteffekt SFP	2,5	[kW/(m ³ /s)]
Verkningsgrad på värmeåtervinning	80	[%]
<input checked="" type="checkbox"/> Maskinkyla med årskylfaktor	2,5	[-]
<input type="checkbox"/> Frikyla		

Krav på innetemperatur

Lägsta innetemperatur	20	[°C]
Börvärde på innetemperatur	26	[°C]
Högsta innetemperatur	26	[°C]

Ingen fjärrkyla

Projektfil

G:\2004\Inst\7025210 Flerbostadshus utan värmesystem\15 Huskoncept\BV2-ber\punkthus större fönster b 26 gr ingen solinstr.bv2

Simulerings ID

00134:50118102311

Licens ägare

NCC Teknik AB (En-användarlicens)

Licens giltig t.o.m

20051115

Uppdrag nr

7025210

Projekt

Flerbostadshus utan värmesystem

Datum

Kund

Kunds ref.

Vår ref.

Beskrivning

Punkthus större fönster

EFFEKT BEHOV	DAG	NATT	MAX	
Radiatorvärme	2,28	2,37	2,37	[W/m ²]
Värmebatterier i tilluft	4,01	4,12	4,12	[W/m ²]
Tappvarmvatten	47,92	47,92	47,92	[W/m ²]
Total värme	54,21	54,41	54,41	[W/m ²]
Värmeåtervinning	16,03	16,47	16,47	[W/m ²]
El till kylmaskin, vattenkrets	2,97	2,01	2,97	[W/m ²]
El till kylmaskin, luftkyla	2,54	2,51	2,54	[W/m ²]
El till belysning	0	0	0	[W/m ²]
El till maskiner	0	0	0	[W/m ²]
El till fläktar	1,10	1,10	1,10	[W/m ²]
El Extra	0	0	0	[W/m ²]
Total El	9,81	8,82	9,81	[W/m ²]
Kyla för vattenkrets	7,42	5,02	7,42	[W/m ²]
Kylbatterier i tilluft	6,36	6,27	6,36	[W/m ²]
Total kyla	13,78	11,29	13,78	[W/m ²]
Kylåtervinning	0	0	0	[W/m ²]
ENERGI BEHOV	DAG	NATT	SUMMA	
Radiatorvärme	0,275	0,477	0,752	[kWh/m ²]
Värmebatterier i tilluft	2,564	3,833	6,396	[kWh/m ²]
Tappvarmvatten	12,50	17,50	30,00	[kWh/m ²]
Total värme	15,34	21,81	37,15	[kWh/m ²]
Värmeåtervinning	21,27	31,23	52,49	[kWh/m ²]
El till kylmaskin, vattenkrets	1,521	1,055	2,576	[kWh/m ²]
El till kylmaskin, luftkyla	0,273	0,334	0,607	[kWh/m ²]
El till belysning	0	0	0	[kWh/m ²]
El till maskiner	11,68	16,35	28,03	[kWh/m ²]
El till fläktar	4,015	5,621	9,636	[kWh/m ²]
El Extra	0	0	0	[kWh/m ²]
Total El	17,49	23,36	40,85	[kWh/m ²]
Kyla för vattenkrets	3,802	2,637	6,439	[kWh/m ²]
Kylbatterier i tilluft	0,681	0,835	1,517	[kWh/m ²]
Total kyla	4,483	3,472	7,956	[kWh/m ²]
Kylåtervinning	0	0	0	[kWh/m ²]
BYGGNADENS NETTOEFFEKT BEHOV	DAG	NATT	MAX	
Värmebehov	2,28	2,37	2,37	[W/m ²]
Kylbehov	10,63	8,22	10,63	[W/m ²]
BYGGNADENS NETTOENERGI BEHOV	DAG	NATT	SUMMA	
Värmebehov	0,275	0,477	0,752	[kWh/m ²]
Kylbehov	11,15	12,36	23,50	[kWh/m ²]

Projektfil	G:\2004\Inst\7025210 Flerbostadshus utan värmesystem\15 Huskoncept\BV2-ber\lamellhus b 26 gr ingen solinstr.bv2		
Simulerings ID	00134:50118102433		
Licens ägare	NCC Teknik AB (En-användarlicens)	Licens giltig t.o.m	20051115
Uppdrag nr	7025210	Projekt	Flerbostadshus utan värmesystem
Kund		Kunds ref.	
Beskrivning	Lamellhus		

Skal mot omgivande luft	Söder Fasad	Öster Fasad	Väster Fasad	Norr Fasad	Tak	
Total Area	714	247	247	718	642	[m ²]
Tyngd	Medel	Medel	Medel	Medel	Medel	[-]
U-värde	0,1	0,1	0,1	0,1	0,08	[W/°C·m ²]
Fönster area	191	1,5	22	145		[m ²]
Glas andel	72	72	72	72		[%]
Fönster Solfaktor	0,38	0,38	0,38	0,38		-
Fönster U-värde	0,85	0,85	0,85	0,85		[W/°C·m ²]
Yttre avskuggning						-
Inre gardiner	Finns ej	Finns ej	Finns ej	Finns ej		-
Portar area	20	0	13	7		[m ²]
Portar Uvärde	0,8	0,8	0,8	0,8		[W/°C·m ²]

Total Golvarea	2430	[m ²]	Platta mot mark		
Total volym	6075	[m ³]	Area	607,5	[m ²]
Rumshöjd	2,5	[m]	U-värde	0,09	[W/°C·m ²]
Orientering	0	[°]	Medeltemp i mark	6,60	[°C]
Antal våningsplan	4	[st]			
Area per våningsplan	607,5	[m ²]	Inre tyngd	Medel	[-]
			Läckageluffflöde	0,01	[oms/tim]
			Läckagelufffaktor	0	[-]

Parametrar för yttre avskuggning	Temp 1 (start) -99°C	Temp 2 (full) -99°C		
Genomsläpplighetsfaktorer	diffus,utan 1	diffus,med 1	direkt,utan 0	direkt,med 0

Projektfil

G:\2004\Inst\7025210 Flerbostadshus utan värmesystem\15 Huskoncept\BV2-ber\lamellhus b 26 gr ingen solinstr.bv2

Simulerings ID

00134:50118102433

Licens ägare

NCC Teknik AB (En-användarlicens)

Licens giltig t.o.m

20051115

Uppdrag nr

7025210

Projekt

Flerbostadshus utan värmesystem

Datum

Kund

Kunds ref.

Vår ref.

Beskrivning

Lamellhus

System med vattenburen kyla

Hygienflöde Dag	0,43	[l/s·m ²]	<input type="checkbox"/> Kyl återvinning
Hygienflöde Nat	0,43	[l/s·m ²]	

Tilluftstemp	20	[°C]	När utetemp är varmare än	20	[°C]
Tilluftstemp	20	[°C]	När utetemp är kallare än	16	[°C]

Specifik fläkteffekt SFP	2,5	[kW/(m ³ /s)]
Verkningsgrad på värmeåtervinning	80	[%]
<input checked="" type="checkbox"/> Maskinkyla med årskylfaktor	2,5	[-]
<input type="checkbox"/> Frikyla		

Krav på innetemperatur

Lägsta innetemperatur	20	[°C]
Börvärde på innetemperatur	26	[°C]
Högsta innetemperatur	26	[°C]

Ingen fjärrkyla

Projektfil

G:\2004\Inst\7025210 Flerbostadshus utan värmesystem\15 Huskoncept\BV2-ber\lamellhus b 26 gr ingen solinstr.bv2

Simulerings ID

00134:50118102433

Licens ägare

NCC Teknik AB (En-användarlicens)

Licens giltig t.o.m

20051115

Uppdrag nr

7025210

Projekt

Flerbostadshus utan värmesystem

Datum

Kund

Kunds ref.

Vår ref.

Beskrivning

Lamellhus

EFFEKT BEHOV	DAG	NATT	MAX	
Radiatorvärme	1,97	2,27	2,27	[W/m ²]
Värmebatterier i tilluft	3,91	4,02	4,02	[W/m ²]
Tappvarmvatten	50,02	50,02	50,02	[W/m ²]
Total värme	55,91	56,32	56,32	[W/m ²]
Värmeåtervinning	15,66	16,10	16,10	[W/m ²]
El till kylmaskin, vattenkrets	2,10	1,17	2,10	[W/m ²]
El till kylmaskin, luftkyla	2,50	2,42	2,50	[W/m ²]
El till belysning	0	0	0	[W/m ²]
El till maskiner	0	0	0	[W/m ²]
El till fläktar	1,08	1,08	1,08	[W/m ²]
El Extra	0	0	0	[W/m ²]
Total El	8,88	7,86	8,88	[W/m ²]
Kyla för vattenkrets	5,25	2,92	5,25	[W/m ²]
Kylbatterier i tilluft	6,26	6,04	6,26	[W/m ²]
Total kyla	11,51	8,96	11,51	[W/m ²]
Kylåtervinning	0	0	0	[W/m ²]
ENERGI BEHOV	DAG	NATT	SUMMA	
Radiatorvärme	0,193	0,431	0,624	[kWh/m ²]
Värmebatterier i tilluft	2,306	3,600	5,906	[kWh/m ²]
Tappvarmvatten	12,50	17,50	30,00	[kWh/m ²]
Total värme	15,00	21,53	36,53	[kWh/m ²]
Värmeåtervinning	20,93	30,74	51,67	[kWh/m ²]
El till kylmaskin, vattenkrets	1,138	0,469	1,607	[kWh/m ²]
El till kylmaskin, luftkyla	0,264	0,332	0,596	[kWh/m ²]
El till belysning	0	0	0	[kWh/m ²]
El till maskiner	11,68	16,35	28,03	[kWh/m ²]
El till fläktar	3,924	5,493	9,417	[kWh/m ²]
El Extra	0	0	0	[kWh/m ²]
Total El	17,01	22,65	39,65	[kWh/m ²]
Kyla för vattenkrets	2,846	1,172	4,017	[kWh/m ²]
Kylbatterier i tilluft	0,659	0,831	1,490	[kWh/m ²]
Total kyla	3,505	2,002	5,507	[kWh/m ²]
Kylåtervinning	0	0	0	[kWh/m ²]
BYGGNADENS NETTOEFFEKT BEHOV	DAG	NATT	MAX	
Värmebehov	1,97	2,27	2,27	[W/m ²]
Kylbehov	8,39	6,05	8,39	[W/m ²]
BYGGNADENS NETTOENERGI BEHOV	DAG	NATT	SUMMA	
Värmebehov	0,193	0,431	0,624	[kWh/m ²]
Kylbehov	10,23	10,43	20,66	[kWh/m ²]

Projektfil	G:\2004\Inst\7025210 Flerbostadshus utan värmesystem\15 Huskoncept\BV2-ber\Stigmannen lamellhus b 26 gr.bv2	
Simulerings ID	00134:50120114334	
Licens ägare	NCC Teknik AB (En-användarlicens)	Licens giltig t.o.m 20051115
Uppdrag nr	7025210	Datum
Kund	Projekt Flerbostadshus utan värmesystem	Vår ref.
Beskrivning	Kunds ref. Lamellhus	

Skal mot omgivande luft	Söder Fasad	Öster Fasad	Väster Fasad	Norr Fasad	Tak	
Total Area	714	247	247	718	642	[m ²]
Tyngd	Medel	Medel	Medel	Medel	Medel	[-]
U-värde	0,25	0,25	0,25	0,25	0,17	[W/°C·m ²]
Fönster area	191	1,5	22	145		[m ²]
Glas andel	72	72	72	72		[%]
Fönster Solfaktor	0,38	0,38	0,38	0,38		-
Fönster U-värde	1,30	1,30	1,30	1,30		[W/°C·m ²]
Yttre avskuggning	Finns ej	Finns ej	Finns ej	Finns ej		-
Inre gardiner	Finns ej	Finns ej	Finns ej	Finns ej		-
Portar area	20	0	13	7		[m ²]
Portar Uvärde	0,8	0,8	0,8	0,8		[W/°C·m ²]

Total Golvarea	2430	[m ²]	Platta mot mark		
Total volym	6075	[m ³]	Area	607,5	[m ²]
Rumshöjd	2,5	[m]	U-värde	0,2	[W/°C·m ²]
Orientering	0	[°]	Medeltemp i mark	6,60	[°C]
Antal våningsplan	4	[st]			
Area per våningsplan	607,5	[m ²]	Inre tyngd	Medel	[-]
			Läckageluffflöde	0,01	[oms/tim]
			Läckagelufffaktor	0	[-]

Projektfil	G:\2004\Inst\7025210 Flerbostadshus utan värmesystem\15 Huskoncept\BV2-ber\Stigmannen lamellhus b 26 gr.bv2	
Simulerings ID	00134:50120114334	
Licens ägare	NCC Teknik AB (En-användarlicens)	Licens giltig t.o.m
		20051115
Uppdrag nr	7025210	Datum
Kund	Projekt Flerbostadshus utan värmesystem	Vår ref.
Beskrivning	Kunds ref.	
	Lamellhus	

Frånluftssystem

Hygienflöde Dag	0,43	[l/s·m ²]
Hygienflöde Nat	0,43	[l/s·m ²]

Specifik fläkteffekt SFP	2,5	[kW/(m ³ /s)]
--------------------------	-----	--------------------------

Data för fönsteröppningar

Krav på innetemperatur	Innetemp,dagtid > 23	0	
	Innetemp,dagtid < 22	0	
Lägsta innetemperatur	20	[°C]	Innetemp,nattid > 23
Börvärde på innetemperatur	999	[°C]	Innetemp,nattid < 22
Ingen högsta innetemperatur			Lägsta innetemp pga utvädring är
Ingen fjärrkyla			20

Projektfil

G:\2004\Inst\7025210 Flerbostadshus utan värmesystem\15 Huskoncept\BV2-ber\Stigmannen lamellhus b 26 gr.bv2

Simulerings ID

00134:50120114334

Licens ägare

NCC Teknik AB (En-användarlicens)

Licens giltig t.o.m

20051115

Uppdrag nr

7025210

Projekt

Flerbostadshus utan värmesystem

Datum

Kund

Kunds ref.

Vår ref.

Beskrivning

Lamellhus

EFFEKT BEHOV	DAG	NATT	MAX	
Radiatorvärme	27,05	28,30	28,30	[W/m ²]
Värmebatterier i tilluft	0	0	0	[W/m ²]
Tappvarmvatten	50,02	50,02	50,02	[W/m ²]
Total värme	77,07	78,32	78,32	[W/m ²]
Värmeåtervinning	0	0	0	[W/m ²]
El till kylmaskin, vattenkrets	0	0	0	[W/m ²]
El till kylmaskin, luftkyla	0	0	0	[W/m ²]
El till belysning	0	0	0	[W/m ²]
El till maskiner	0	0	0	[W/m ²]
El till fläktar	1,08	1,08	1,08	[W/m ²]
El Extra	0	0	0	[W/m ²]
Total El	4,28	4,28	4,28	[W/m ²]
Kyla för vattenkrets	0	0	0	[W/m ²]
Kylbatterier i tilluft	0	0	0	[W/m ²]
Total kyla	0	0	0	[W/m ²]
Kylåtervinning	0	0	0	[W/m ²]
ENERGI BEHOV	DAG	NATT	SUMMA	
Radiatorvärme	20,31	35,24	55,56	[kWh/m ²]
Värmebatterier i tilluft	0	0	0	[kWh/m ²]
Tappvarmvatten	12,50	17,50	30,00	[kWh/m ²]
Total värme	32,81	52,74	85,56	[kWh/m ²]
Värmeåtervinning	0	0	0	[kWh/m ²]
El till kylmaskin, vattenkrets	0	0	0	[kWh/m ²]
El till kylmaskin, luftkyla	0	0	0	[kWh/m ²]
El till belysning	0	0	0	[kWh/m ²]
El till maskiner	11,68	16,35	28,03	[kWh/m ²]
El till fläktar	3,924	5,493	9,417	[kWh/m ²]
El Extra	0	0	0	[kWh/m ²]
Total El	15,60	21,85	37,45	[kWh/m ²]
Kyla för vattenkrets	0	0	0	[kWh/m ²]
Kylbatterier i tilluft	0	0	0	[kWh/m ²]
Total kyla	0	0	0	[kWh/m ²]
Kylåtervinning	0	0	0	[kWh/m ²]
BYGGNADENS NETTOEFFEKT BEHOV	DAG	NATT	MAX	
Värmebehov	7,48	8,17	8,17	[W/m ²]
Kylbehov	5,80	4,06	5,80	[W/m ²]
BYGGNADENS NETTOENERGI BEHOV	DAG	NATT	SUMMA	
Värmebehov	2,628	5,955	8,583	[kWh/m ²]
Kylbehov	11,01	9,150	20,16	[kWh/m ²]

KLIMATSIMULERINGAR

BILAGA 3a

Projektdata

Beskrivning	
Ort	Stockholm/Bromma
Dimensionera	Sommarfall
Datum	15 Jul 2004
Kund	Mittenlgh normalhus SV

Resultat av simulering

Extremvärden

Rummet

		Värde	inträffar kl.
Operativtemperatur under vistelseperioden [°C]	min	30.4	5:55
	max	33.7	19:08
Maximal upptagen kyleffekt under dygnet [W]	Vattenburen		
	Luftburen*	311.3	21:00
Maximal avgiven värmeeffekt under dygnet [W]	Vattenburen		
	Luftburen*		

*inkl. Infiltration

Luftbehandlingaggregatet

	Värde	inträffar kl.
Maximal upptagen kyleffekt under dygnet [W]		
Maximal avgiven värmeeffekt under dygnet [W]		

KLIMATSIMULERINGAR

BILAGA 3b

Projektdata

Beskrivning	
Ort	Stockholm/Bromma
Dimensionera	Sommarfall
Datum	15 Jul 2004
Kund	Mittenlgh fbuv SV

Resultat av simulering

Extremvärden

Rummet

		Värde	inträffar kl.
Operativtemperatur under vistelseperioden [°C]	min	31.5	5:25
	max	35.1	19:08
Maximal upptagen kyleffekt under dygnet [W]	Vattenburen		
	Luftburen*	341.1	21:00
Maximal avgiven värmeeffekt under dygnet [W]	Vattenburen		
	Luftburen*		

*inkl. Infiltration

Luftbehandlingaggregatet

	Värde	inträffar kl.
Maximal upptagen kyleffekt under dygnet [W]		
Maximal avgiven värmeeffekt under dygnet [W]		

KLIMATSIMULERINGAR

BILAGA 3c

Projektdata

Beskrivning	
Ort	Stockholm/Bromma
Dimensionera	Vinterfall
Datum	15 Jan 2004
Kund	Övre hörnlgh normalhus NO

Resultat av simulering

Extremvärden

Rummet

		Värde	inträffar kl.
Operativtemperatur under vistelseperioden [°C]	min	20.4	17:00
	max	20.6	17:09
Maximal upptagen kyleffekt under dygnet [W]	Vattenburen		
	Luftburen*	547.0	1:09
Maximal avgiven värmeeffekt under dygnet [W]	Vattenburen	851.1	9:20
	Luftburen*		

*inkl. Infiltration

Luftbehandlingaggregatet

	Värde	inträffar kl.
Maximal upptagen kyleffekt under dygnet [W]		
Maximal avgiven värmeeffekt under dygnet [W]	8.4	1:09

KLIMATSIMULERINGAR

BILAGA 3d

Projektdata

Beskrivning	
Ort	Stockholm/Bromma
Dimensionera	Vinterfall
Datum	15 Jan 2004
Kund	Övre hörnlgh fbuv NO

Resultat av simulering

Extremvärden

Rummet

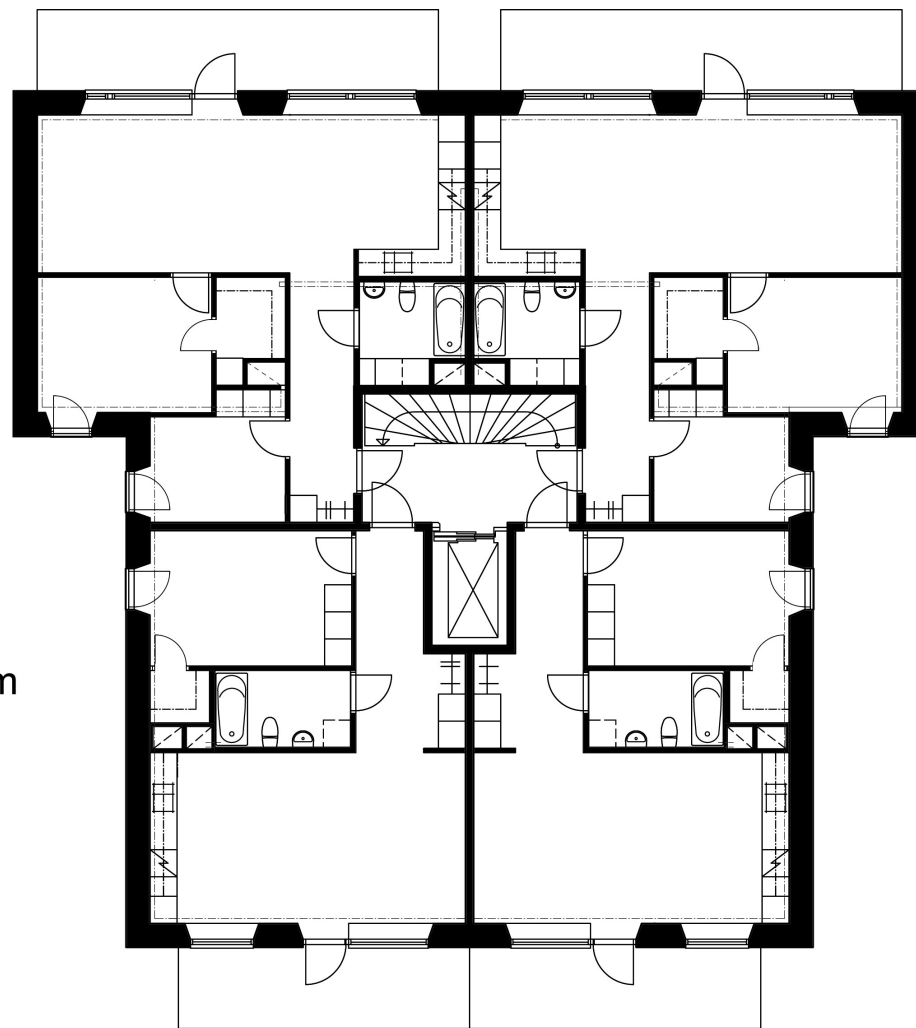
		Värde	inträffar kl.
Operativtemperatur under vistelseperioden [°C]	min	20.3	17:00
	max	21.8	8:00
Maximal upptagen kyleffekt under dygnet [W]	Vattenburen		
	Luftburen*		
Maximal avgiven värmeeffekt under dygnet [W]	Vattenburen		
	Luftburen*	170.9	17:00

*inkl. Infiltration

Luftbehandlingaggregatet

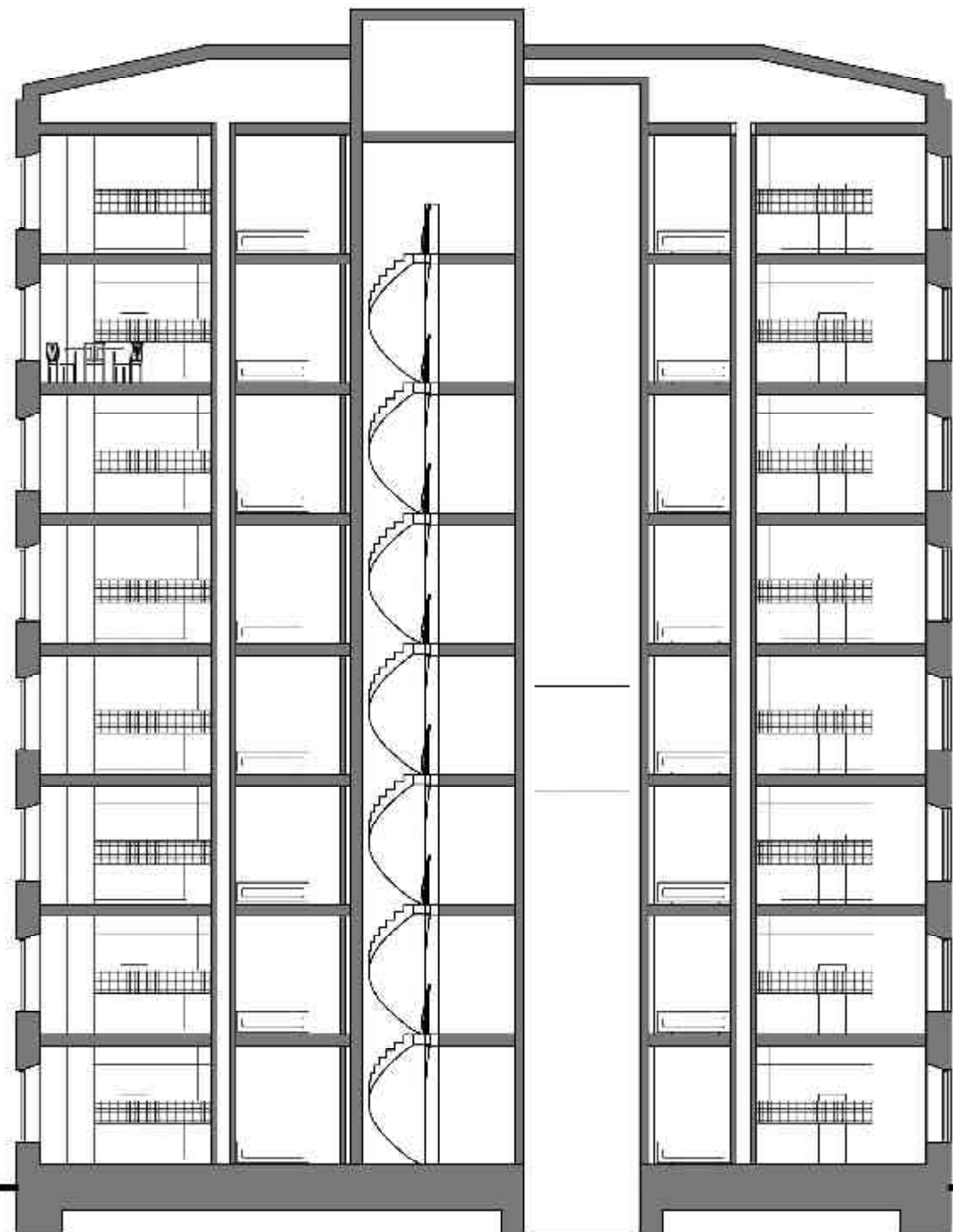
	Värde	inträffar kl.
Maximal upptagen kyleffekt under dygnet [W]		
Maximal avgiven värmeeffekt under dygnet [W]	344.2	17:00

3 RK
70,8 kvm



2RK
58 kvm

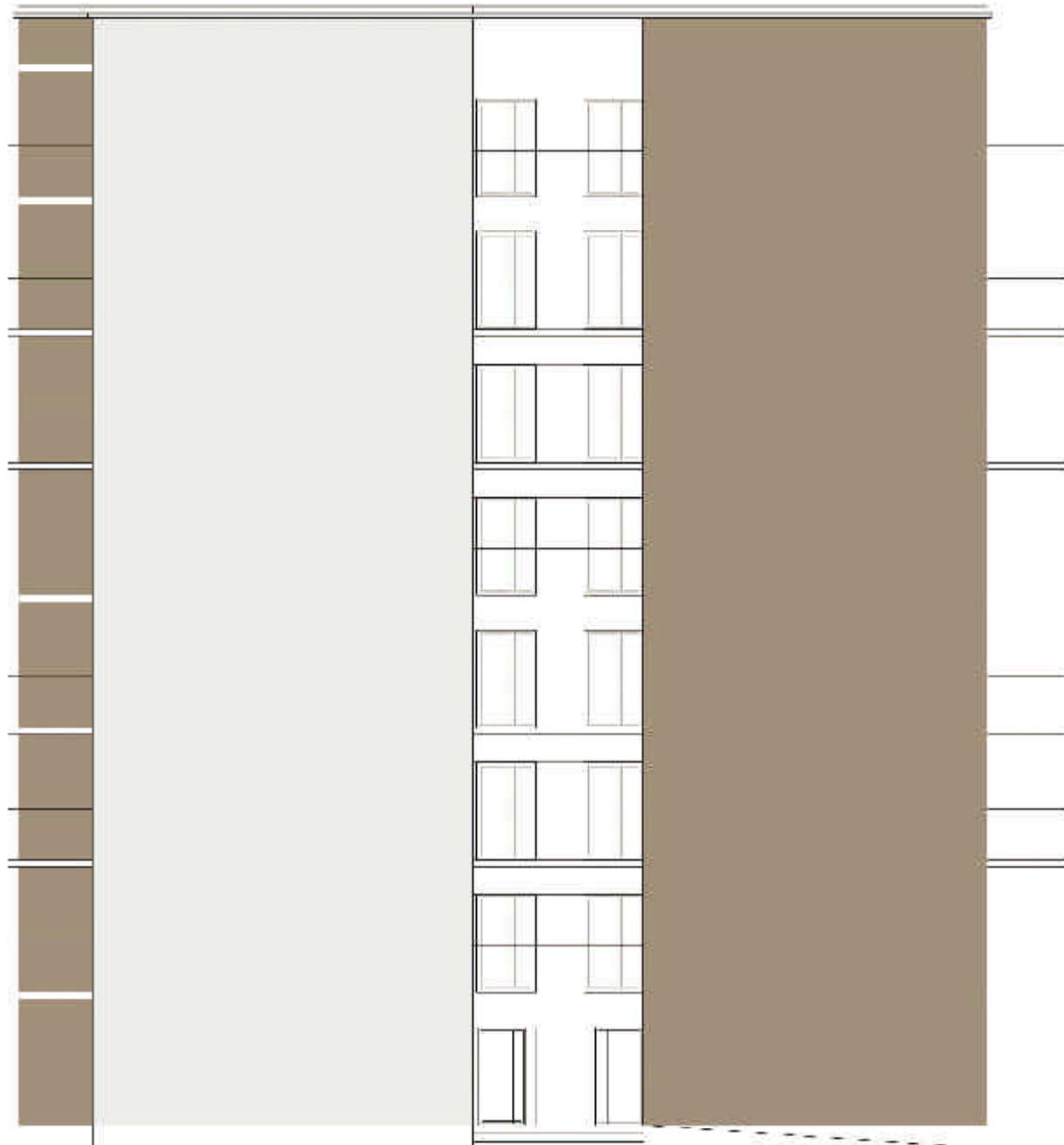
PLAN PUNKTHUS 1:100



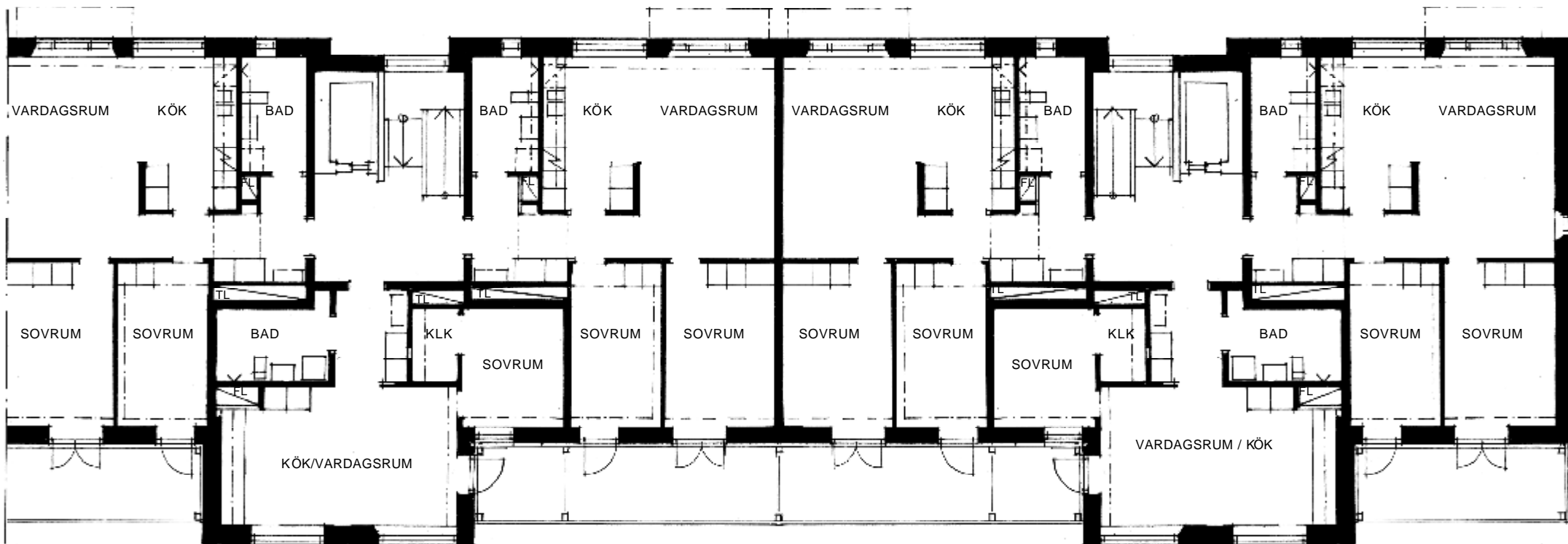
SEKTION PUNKTHUS 1:100



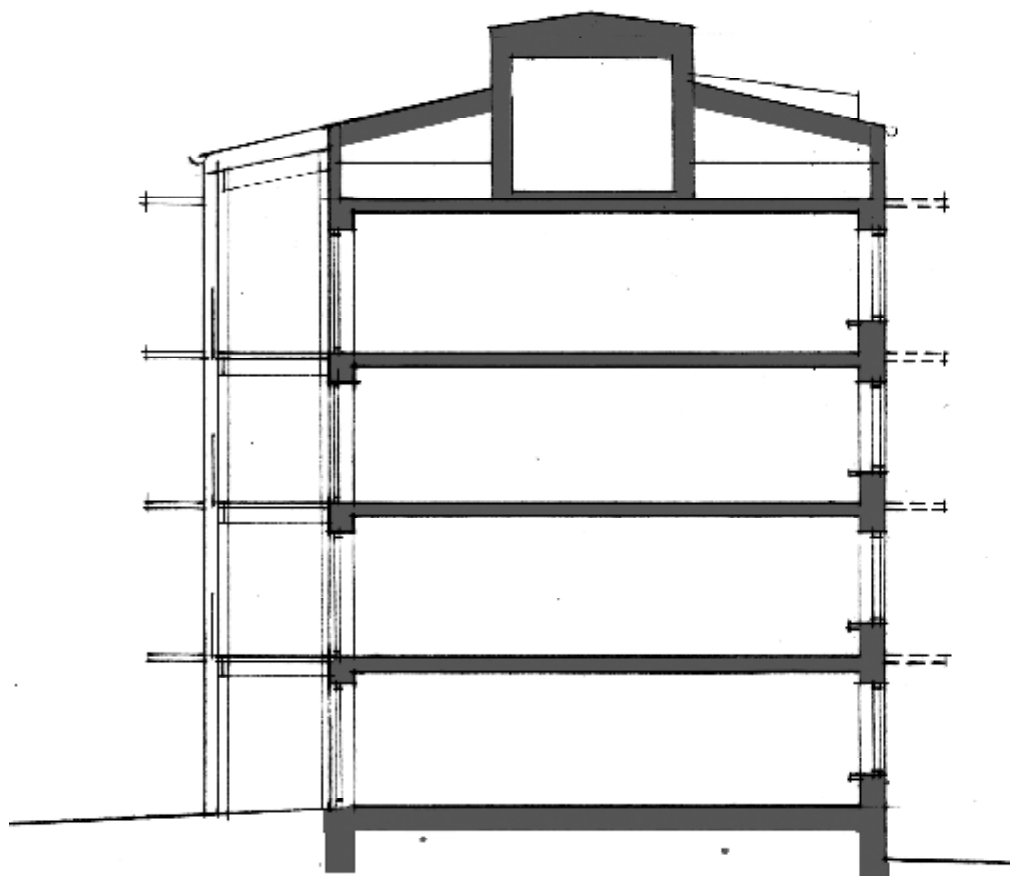
VÄST / ÖSTFASAD PUNKTHUS 1:100



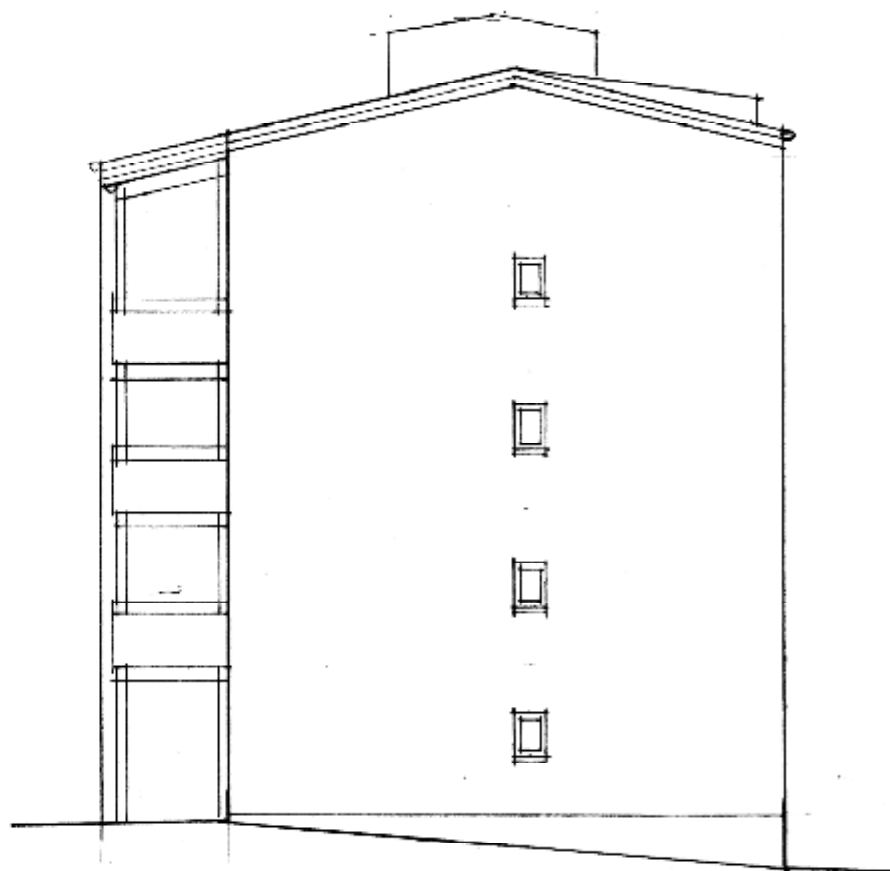
SYD / NORDFASAD PUNKTHUS 1:1



PLAN LAMELLHUS 1:100



SEKTION LAMELLHUS 1:100



VÄST/ÖSTFASAD LAMELLHUS 1:100



SYDFASAD LAMELLHUS 1:100



NORDFASAD LAMELLHUS 1:100

Bilaga 5

Kostnadsjämförelse traditionellt lamellhus kontra passivhus

Samtliga uppgifter som redovisas nedan gäller för ett lamellhus med: 3 trappuppgångar, 3 våningar, 24 lägenheter, BTA 2270 kvm
I redovisade kostnader ingår även arbetskostnad. Kostnaderna är exklusive moms, men inklusive entreprenörens påslag. Kostnaderna är avrundade till jämna 5000-tal.

Byggskede

Merkostnad för byggnation

Åtgärd/moment	Traditionellt	Passivhus (430 mm i vägg)	Passivhus (300 mm i vägg)
Utfackningsväggar. Lättregelvägg		570 000 kr	340 000 kr
Platta på mark med 250 mm underliggande isolering		180 000 kr	lika
Isolering vindbjälklag med 480 mm isolering		10 000 kr	lika
Fönster och fönsterdörrar. Treglas, 2 metallskikt & kr-fylln.		110 000 kr	lika
Stomme. Komplettering för bibehållen BOA		55 000 kr	lika
Större schakt för ventilation		45 000 kr	lika
Balkonger med fristående bäring		165 000 kr	lika
Kostnader för ökad projektering, cirka		220 000 kr	lika
Summa exkl. moms		1 355 000 kr	1 125 000 kr

Kostnad för installationer

Åtgärd/moment	Traditionellt	Passivhus
Summa (Fjärrvärme med frånluft)	930 000 kr	
Summa (Fjärrvärme med trapphusvis FTX)	1 510 000 kr	
Summa (Fjärrvärme med lgh-vis FTX)	1 575 000 kr	
Summa (Ytjordvärmepump m. trapphusvis FTX)		865 000 kr
Summa (Ytjordvärmepump m. lgh-vis FTX)		940 000 kr
Summa (Solfångare m. trapphusvis FTX)		960 000 kr
Summa (Solfångare m. lgh-vis FTX)		1 035 000 kr
Summa (Varmvattenberedare m. trapphusvis FTX)		780 000 kr
Summa (Varmvattenberedare m. lgh-vis FTX)		855 000 kr

Bilaga 5

Sammanräknad merkostnad (bygg & installation) 430 mm i vägg

RESULTAT - MERKOSTNAD	Ytjordvp / trapp-vis FTX	Ytjordvp / lgh-vis FTX	Sol / trapp-vis FTX	Sol / lgh-vis FTX	VVB / trappvis FTX	VVB / lgh-vis FTX
Fjärrvärme med frånluft	1 290 000 kr	1 365 000 kr	1 380 000 kr	1 460 000 kr	1 200 000 kr	1 280 000 kr
Fjärrvärme med trapphusvis FTX	710 000 kr	785 000 kr	800 000 kr	880 000 kr	620 000 kr	700 000 kr
Fjärrvärme med lgh-vis FTX	645 000 kr	720 000 kr	740 000 kr	815 000 kr	560 000 kr	635 000 kr

Sammanräknad merkostnad (bygg & installation) 300 mm i vägg

RESULTAT - MERKOSTNAD	Ytjordvp / trapp-vis FTX	Ytjordvp / lgh-vis FTX	Sol / trapp-vis FTX	Sol / lgh-vis FTX	VVB / trappvis FTX	VVB / lgh-vis FTX
Fjärrvärme med frånluft	1 060 000 kr	1 135 000 kr	1 155 000 kr	1 230 000 kr	975 000 kr	1 050 000 kr
Fjärrvärme med trapphus vis FTX	480 000 kr	555 000 kr	575 000 kr	650 000 kr	395 000 kr	470 000 kr
Fjärrvärme med lgh-vis FTX	415 000 kr	490 000 kr	510 000 kr	585 000 kr	330 000 kr	405 000 kr

Om byggkostnaden ökar under produktion på grund av högre noggrannhet, utöver tätning, är svårt att avgöra eftersom få byggnader enligt detta koncept har byggts och därför har den eventuella kostnaden ej tagits med.

I många fall ökar också kostnaden för tomten i samband med att byggnadens bruttoarea ökar. I detta specifika fall ökar kostnaden för ett hus med 300 mm tjocka väggar med 90 000 kr samt 230 000 kr med 430 mm.

Kopplat till att ett passivhus blir större och dyrare så tillkommer; utöver ovanstående merkostnader, även kostnader för:

- Lagfart
- Eventuellt exploateringsersättning till kommun.
- Bygglov kopplat till BTA
- Byggförsäkring
- Försäkringskostnad
- Pantbrev
- Garantiavsättning
- Anslutningsavgifter
- Kreditivkostnader

Ovanstående punkter utgör ungefär 15 % av merkostnaden. Men eftersom förutsättningarna kan variera från kommun till kommun så har vi valt att inte inkludera dem i redovisade kostnader. Tillkommande kostnader är också byggherrens täckningsbidrag och mervärdesskatt, men dessa kostnader varierar mellan olika företag.

Bilaga 5

Driftskede

Behov av köp energi (kr/år) exkl. hushållsel

	Traditionellt hus (170 mm)	Passivhus (430 mm)	Passivhus (300 mm)
Fjärrvärme med frånluft	200 000		
Fjärrvärme med trapphusvis FTX	155 000		
Fjärrvärme med lgh-vis FTX	150 000		
Ytjordvärmepump m. trapphusvis FTX		40 000	40 000
Ytjordvärmepump m. lgh-vis FTX		40 000	40 000
Solfångare m. trapphusvis FTX		45 000	50 000
Solfångare m. lgh-vis FTX		45 000	45 000
Varmvattenberedare m. trapphusvis FTX		70 000	70 000
Varmvattenberedare m. lgh-vis FTX		65 000	70 000

Kostnaderna är avrundade till jämna 5000-tal.

Energibesparing (kr/år) 430 mm i vägg

	Ytjordvp / trapp-vis FTX	Ytjordvp / lgh-vis FTX	Sol / trapp-vis FTX	Sol / lgh-vis FTX	VVB / trappvis FTX	VVB / lgh-vis FTX
Fjärrvärme med frånluft	160 000 kr	165 000 kr	155 000 kr	160 000 kr	130 000 kr	135 000 kr
Fjärrvärme med trapphusvis FTX	115 000 kr	115 000 kr	110 000 kr	110 000 kr	85 000 kr	90 000 kr
Fjärrvärme med lgh-vis FTX	110 000 kr	115 000 kr	105 000 kr	110 000 kr	80 000 kr	85 000 kr

Kostnaderna är avrundade till jämna 5000-tal.

Besparing i energi (kr/år) 300 mm i vägg

	Ytjordvp / trapp-vis FTX	Ytjordvp / lgh-vis FTX	Sol / trapp-vis FTX	Sol / lgh-vis FTX	VVB / trappvis FTX	VVB / lgh-vis FTX
Fjärrvärme med frånluft	160 000 kr	160 000 kr	150 000 kr	155 000 kr	130 000 kr	130 000 kr
Fjärrvärme med trapphusvis FTX	110 000 kr	115 000 kr	105 000 kr	110 000 kr	80 000 kr	85 000 kr
Fjärrvärme med lgh-vis FTX	110 000 kr	110 000 kr	100 000 kr	105 000 kr	80 000 kr	80 000 kr

Kostnaderna är avrundade till jämna 5000-tal.