



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

R45:1984

**Elvärme i Vallåsskolan
Halmstad**

Energimätningar under 5 driftsår

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION	
Accnr	Plac <i>ser</i>

*K
AD1*

Byggeforskningsrådet

R45:1984

ELVÄRME I VALLÅSSKOLAN HALMSTAD
Energimätningar under 5 driftsår

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
730582-3 från Statens råd för byggnadsforskning
till Halmstads Energiverk, Halmstad.

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

R45:1984

ISBN 91-540-4114-7
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Liber Tryck Stockholm 1984

INNEHÅLL	Sid
FÖRORD	4
1 INLEDNING	5
1.1 Utformning, disposition	5
1.2 Bakgrund och syfte	5
2 MÄTNINGAR	9
2.1 Utrustning och omfattning	9
2.2 Mätnoggrannhet och behandling av mätvärden	9
3 TEKNISK BESKRIVNING	12
3.1 Byggnad	12
3.2 Transmission och ventilation	12
3.3 Varmvatten	13
3.4 Kraft och belysning	13
4 DRIFTFÖRHÅLLANDEN	20
4.1 Allmänt	20
4.2 Driftförhållanden under period A	20
4.2.1 Driftförhållanden för transmission- och ventilations- värme	20
4.2.2 Driftförhållanden för varmvattensystem	20
4.2.3 Driftförhållanden för kraft och belysning	20
4.3 Driftförhållanden enligt period B	21
4.3.1 Driftförhållanden för transmission- och ventilations- värme	21
4.3.2 Driftförhållanden för varmvattensystem	21
4.3.3 Driftförhållande för kraft och belysning	21
5 RESULTATREDOVISNING	26
5.1 Allmänt.....	26
5.2 Total belastning	26
5.2.1 Energiuttag	26
5.2.2 Effektuttag	27
5.3 Transmission och ventilation	29

	Sid
5.3.1	Energi- och effektuttag 29
5.4	Värmvatten 31
5.4.1	Energi- och effektuttag 31
5.5	Kraft och belysning 33
5.5.1	Energi- och effektuttag 33
5.6	Kylaggregat 34
5.6.1	Energi- och effektuttag 34
6	INNEKLIMATMÄTNINGAR 65
6.1	Allmänt 65
6.2	Luft- och värmekomfort 65
6.2.1	Rumstemperatur 65
6.2.2	Lufthygien och ljudnivåer 65
7	UNDERHÅLL OCH SKÖTSEL 72
7.1	Generell översyn 72
7.2	Driftsäkerhet 72
8	ANALYS OCH UTVÄRDERING 73
8.1	Allmänt 73
8.2	Analys av energi till elvärmn 73
8.2.1	Uppvärmning 73
8.2.2	Värmvatten 77
8.3	Beräkning av den tillförda elenergi som användes för upp- värmning 79
	Tabellförteckning 82
	Figurförteckning 83
	Sammanfattning 84



En ganska omfattande statistikmätning har genomförts på den eluppvärmda Vallåsskolan, Halmstad.

Statistikmätningen har haft till syfte att ge en analys av en större skolas uppvärmningssystem, systemets funktion samt driftförhållanden.

De relativt omfattande mätresultaten bör även allmänt kunna ligga som grund vid dimensionering av uppvärmningsanläggning till andra skolor. Underlaget ger också möjlighet till jämförelser mellan olika lösningar av uppvärmningsanläggningens utförande, driftförhållande, etc.

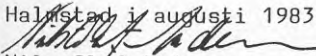
Bidragsgivare till forskningsarbetet har varit Statens Råd för Byggforskning Stockholm, Sydkraft Malmö, AB Provent Göteborg och Halmstads Energiverk.

Olika driftförhållande har övervakats av Halmstads Fastighetskontor i samråd med Halmstads Konsult AB och Halmstads Energiverk. Klimatmätningarna har utförts av Per Biels Ingenjörbyrå, Halmstad. Skolans personal och elever har varit till god hjälp vid bedömningen av olika driftförhållanden.

Den nu föreliggande rapporten avser mätningar från perioden 1975 - 1980.

HALMSTADS ENERGIVERK

Halmstad i augusti 1983


Nils-Olof Andersson


Per Jansson

1.1 Utformning, disposition

Vallåsskolan i Halmstad är en skola för låg- mellan- och högstadiet. Av FIG 1:1 framgår att mellan- och högstadieskolan har sina skollokaler i en gemensam byggnad medan lågstadieskolan är en separat byggnad. De mätningar som har utförts har i första hand gällt den del av skolan som har mellan- och högstadiet. Av FIG 1:2 och 1:3 framgår utformningen av denna del av skolan.

Byggnaden för mellan- och högstadiet har två plan. Plan 1 ligger delvis under marknivån - suterrängvåning med en outgrävd del - medan plan 2 ligger i markplanet. I plan 1 finns ämnesrum - bland annat för fysik och kemi - samlingsrum samt rum för bastu och dusch. I plan 1 finns vidare skyddsrum samt rum för ackumulator och undercentraler för el. I plan 2 finns utöver ämnesrum inklusive sporthall lokaler för bibliotek samt expeditiionslokaler.

Byggnaden är i huvudsak disponerad så att närmast ytterväggen finns korridorerna. Ämnesrummen är därför normalt inte i direkt anslutning till ytterväggarna.

Den totala byggnadsvolymen för byggnaden med mellan- och högstadiet är 49 260 m³.

1.2 Bakgrund och syfte

En penetrering av driftförhållandena på en större skola är, bland annat genom enkelheten och tillförlitligheten att mäta el, av speciellt intresse. Dels kan lämpliga justeringar av driften medföra stora besparingar på de rörliga driftkostnaderna. Dels når man erfarenheter genom att följa upp energi- och effektvärden som kan utnyttjas för framtida projekt. Vidare kan man genom en direkt uppföljning lätt registrera felaktigheter och snabbt vidtaga åtgärder mot dessa samt uppnå inte enbart en god värmeekonomi utan även en god värmekomfort.

Detta initierade till en analys av en större skolas uppvärmningssystem systemets funktion samt driftekonomiska förhållanden. För att åstadkomma detta erfordrades en uppföljning av energi- och effektuttag för uppvärmning - transmission- och ventilationsvärme samt för generering av varmvatten.

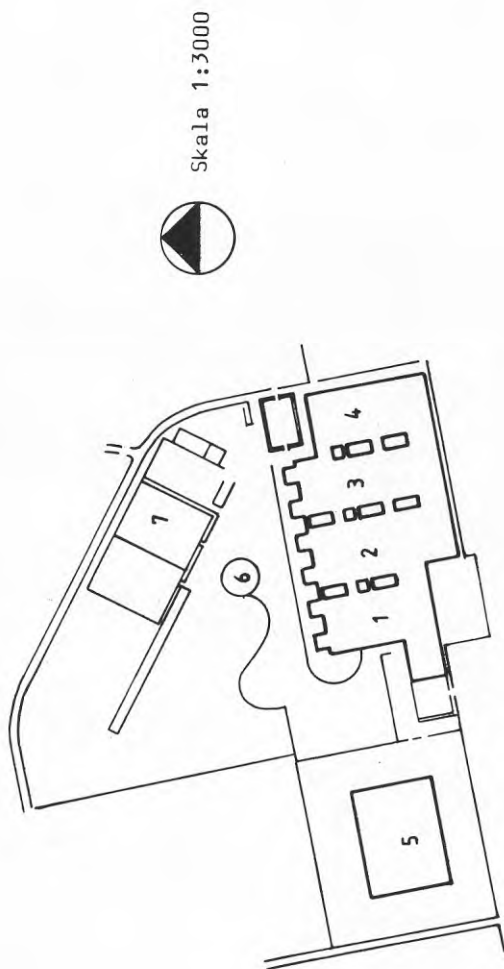


FIG 1:1

Situationsplan Vallåsskolan Halmstad

- | | |
|----------------------|-------------------|
| 1. Mellanstadieskola | 5. Lågstadieskola |
| 2. Bibliotek | 6. Amfiteater |
| 3. Högstadieskola | 7. Bollplan |
| 4. Sporthall | |

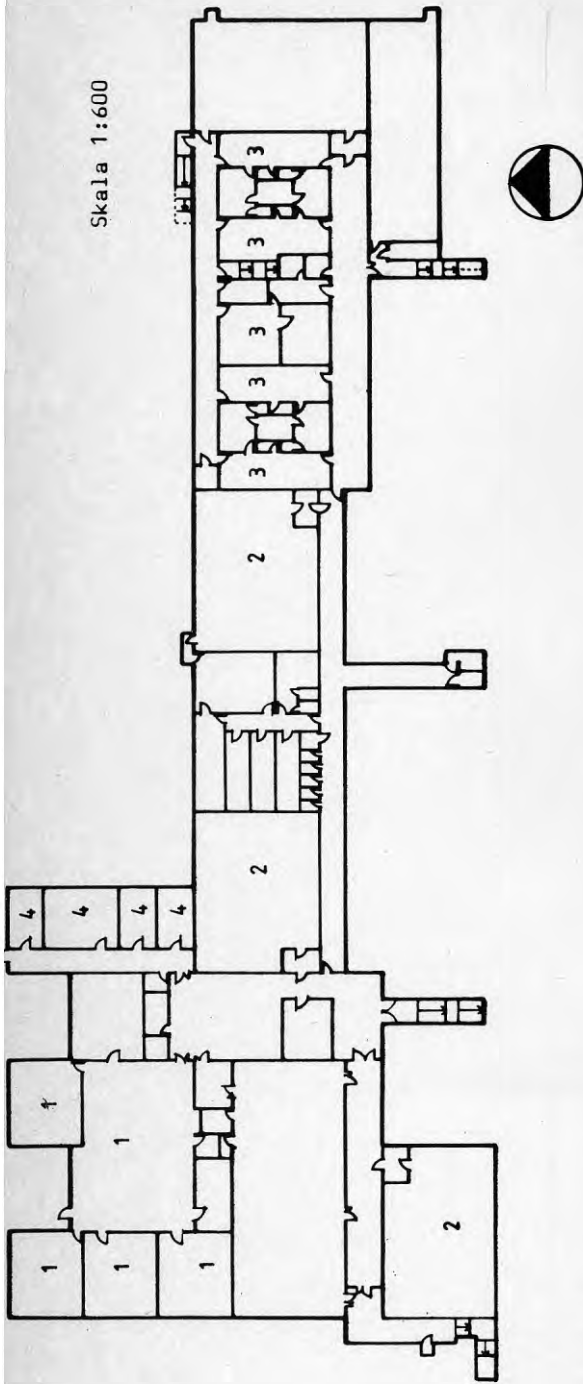


FIG 1:2
Vallässkolan i Halmstad, plan 1

1. Ämnesrum biologi, kemi, fysik
2. Skyddsrum
3. Dusch- och omklädningsrum
4. Eleverum med expedition

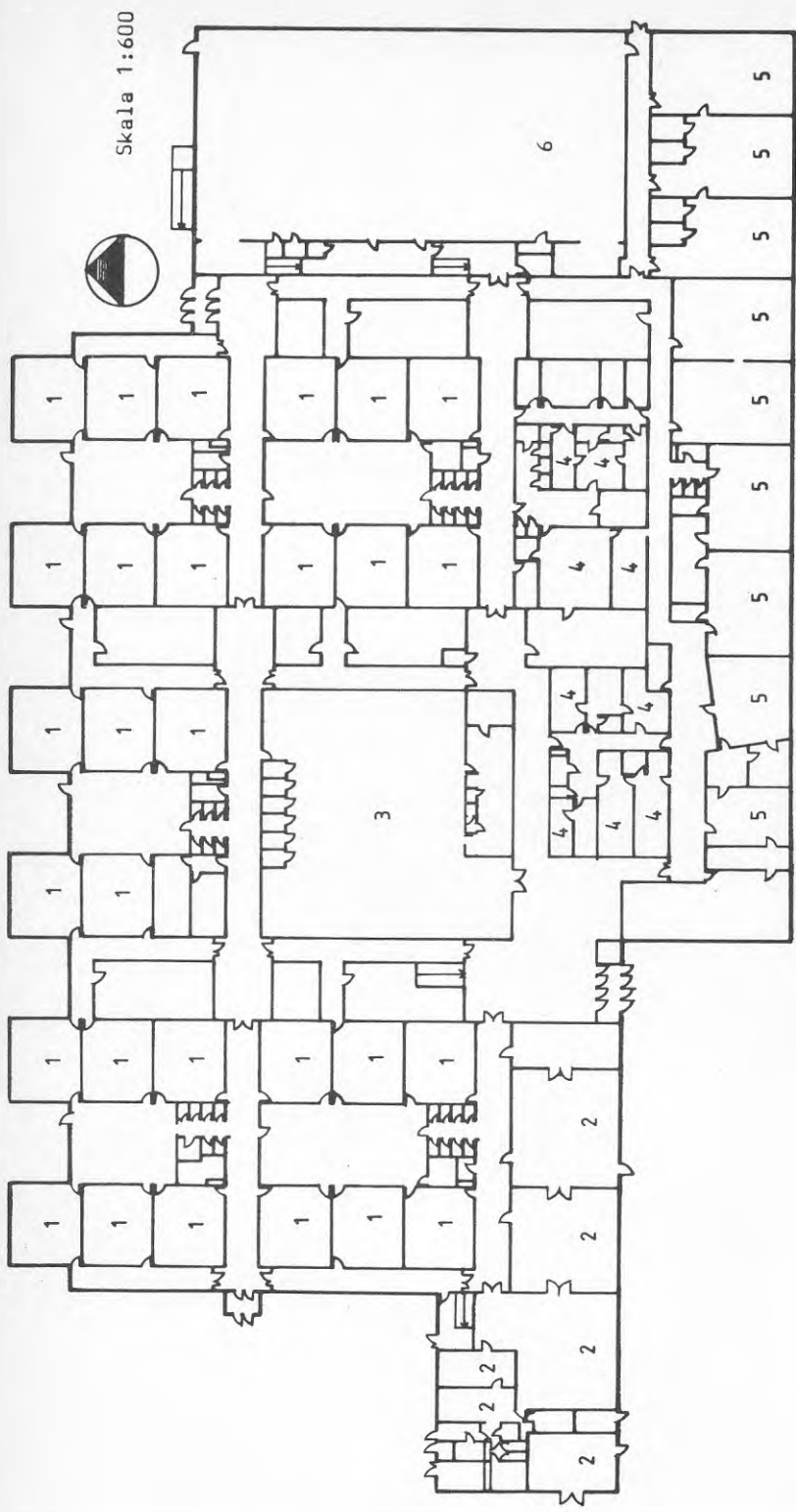


FIG 1:3

Vallässkolan i Halmstad, plan 2

- 1. Ämnesrum
- 2. Kök, matsal
- 3. Bibliotek
- 4. Expeditionslokaler
- 5. Musik, hemkundskap, slöjd
- 6. Sporthall

2.1 Utrustning och omfattning

Mätutrustningen har varit av traditionellt utförande. Således har mätarna varit av induktionstyp. För att mäta energiuttag under natt - kl 22.00-06.00 - har mätarna oftast haft dubbla räkneverk. De har också försetts med maximalverk för mätning av den högsta medeleffekten under 15 minuter.

Samtliga elvärmeobjekt är anslutna till särskilda huvudledningar. Det var därför relativt enkelt att uppsätta mätpunkter för separat mätning av elvärmen. Till varje huvudledning för elvärme anslöts en mätare vilken registrerade medeleffekten samt energiuttaget. Varje mätare har ett impulsorgan - sändarekontakt - som gav impulser till summamätare. Genom att de olika mätarnas impulser även registrerades över maxiprint kunde den uttagna elvärmeeffekten för varje 15:e minut avläsas. Samtidigt kunde över en annan maxiprint det totala effektuttaget registreras. Genom att subtrahera det totala effektuttaget med det vid samma tidpunkt registrerade totala elvärmeuttaget kunde effekten för kraft och belysning direkt erhållas. Av FIG 4:1 visas den uttagna effekten för total belastning respektive för elvärmens belastning över ett dygn. Genom att mäta den största differensen mellan kurvorna kan den högsta 1/4 h-effekten för kraft- och belysning under dygnet - i detta fall kW - direkt avläsas.

Omfattningen av statistikmätningen framgår av TAB 2:1. Utöver dessa mätare finns för registrering av energi- och effektuttag för mellan- och högstadieskolan i serie med debiteringsmätare, mätanordning för 2 st summamätare samt för maxiprint uppsatta.

Inomhustemperaturen har kontrollerats sporadiskt. Bland annat utfördes noggranna temperaturmätningar i samband med klimatomätningar och undersökningar av ventilationsaggregaten under 4:e och 5:e driftåret. (Se avsnitt 6 Inneklimatmätningar).

Uppgift om utomhustemperaturen har genom SMHI erhållits som månadsmedeltemperatur för Halmstads flygplats väderleksstation. Avståndet från Vallåsskolan till flygplatsen är ca 6 km. Temperaturmätningarna på flygplatsen anses vara godtagbara även för Vallåsskolan. Av TAB 2:2 framgår framräknade graddagtal baserade på inomhustemperaturen 21°C. Korrektionstal för justering av registrerade energi- och effektuttag har också angivits i tabellen.

2.2 Mätnoggrannhet och behandling av mätvärden

Elmätarnas felvisning är mindre än + 2 %. Temperaturmätningarna ger ett fel som normalt bör vara mindre än 0,5°C.

Registrering av mätvärdena utfördes en gång per månad. Manuell bearbetning har varje månad utförts bland annat genom sammanställning av mätresultat i tabellform.

Statistikmätare för Vallåsskolan, Halmstad (sammanställning av mätpunkter för respektive elvärmeapparat).

Centralbe- teckning	Aggregat	Huvudledning resp gruppledning till	Installerad effekt kW	Mätare nr BFR
A1C	TA 1	eftervärmningsbatteri	71,0	259
A1C	TA 2	eftervärmningsbatteri	51,0	261
A1C	-	värmepaneler	2,7	258
A1B	TA 3	eftervärmningsbatteri	71,0	263
A1B	-	värmepaneler	4,0	279
A1EB	TA 4	eftervärmningsbatteri	51,0	277
A1EB	-	värmepaneler	5,0	257
A1EA	TA 5	eftervärmningsbatteri	61,0	260
A1EA	-	värmepaneler	13,0	284
A1AE	TA 6	eftervärmningsbatteri	51,0	253
A1AE	-	värmepaneler	7,0	285
A1AC	TA 7	eftervärmningsbatteri	71,0	267
A1AC	-	värmepaneler	8,0	268
A1AH	TA 8	eftervärmningsbatteri	36,0	275
A1AH	-	kompressor		265
A1AB	TA 9	eftervärmningsbatteri	36,0	264
A1AB	-	kompressor		276
A1A	TA10	eftervärmningsbatteri	12,0	254
A1A	TA11	eftervärmningsbatteri	12,0	255
A1A	-	elektrodpanna	375,0	262
A1AD	-	värmepaneler	12,0	269
A1F	-	värmepaneler	6,0	280
A1F	-	värmepaneler	1,0	256

Graddagtal (gd) vid en inomhustemperatur av 21°C.

Graddagtalet är baserat på månadsmedeltemperaturen för Halmstad

Månad	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Januari	536	703	616	647	787	735
Februari	564	638	580	666	726	691
Mars	587	687	576	611	623	644
April	470	491	522	483	483	462
Maj	160	244	177	165	194	233
Juni	79	0	0	0	0	0
Juli	0	0	0	0	0	0
Augusti	0	0	0	0	0	0
September	64	210	248	184	198	157
Oktober	306	418	347	369	425	422
November	513	502	491	419	504	574
December	548	694	604	749	638	608
Summa/år	3827	4587	4161	4293	4578	4526

"Normalt" värde 4 138 korri-
gerat med hän-
syn till nor-
malt värde

0,925	1,108	1,005	1,037	1,106	1,093
-------	-------	-------	-------	-------	-------

3.1 Byggnad

Skolan har en relativt lätt byggnadskonstruktion. För den lägre byggnaden består ytterväggarna av 12 cm fasadtegel + luftspalt + 12 mm asfrock + 12 cm mineral ull mellan reglarna + 17 mm råspont + 13 mm plastfolierad gipsskiva. Taket består av takpapp (2-lagstäckning) + 3,2 mm hård träfiberskiva + 15 cm mineralull + plastfolie + glaspanel. På taket är lagt ärt-singel. Skolans sporthall har delvis annan material eller 12 cm fasadtegel kombinerat med korrugerad aluminiumplåt + luftspalt + 12 mm asfrock + 12 cm mineralull mellan reglar + platsbyggnad + 19 mm panel. Taket har takpapp + 12 cm cellplast + korrugerad plåt. Takets konstruktion är uppbyggd med strängbetongbalkar.

Fönsterytorna utgör ca 30 % av den totala fasaden.

Av TAB 3:1 framgår byggnadsdata.

3.2 Transmission och ventilation

Byggnaden är försedd med balanserad ventilation. Uppvärmning sker med luft s k luftburen värme.

Ventilationsaggregaten vilka är placerade på skolans tak har således till uppgift att dels tillräckligt många luftväxlingar sker i de olika lokalerna dels att förse lokalerna med tillräcklig värme. Med "tillräcklig" avses här att minst de normer som angives i Svensk Byggnorm uppfylles. Se TAB 3:3.

Varje lokal anslutes genom sin egen ventilations- och värmekanal till ett aggregat. Lokalen, exempelvis ett ämnesrum, får på så sätt genom aggregatets konstruktion sin egen ventilations- och värmereglering från aggregatet. Från ett aggregat kan maximalt 17 st lokaler anslutas där varje lokal via aggregatet får sin individuella värmeförsörjning för att täcka ventilation- och transmissionsbehovet.

Genom att blanda uteluft och återluft i aggregatet erhålles den för lokalen lämpliga tilluften. Dessutom kan tilluftens temperatur höjas, om så erfordras, genom ett i aggregatet installerat elektriskt värmelement (värmebatteri). Varje lokals värme styrs av en i lokalen placerad rumstermostat (givare) som med hänsyn till den aktuella rumstemperaturen ställer in blandningsspjäll för proportionerna uteluft (kall luft) och återluft (uppvärmd luft). Behandlad luft tillföres lokal genom takdifussorer.

Av FIG 3:1 framgår den principiella utformningen av ett aggregat.

Aggregaten kan betraktas som klimataggregat då kyla inkopplas vid alltför hög rumstemperatur uppnås i de olika lokalerna. Kylaggregatets kondensorbatteri är placerat så att värmen från detta tillvaratages.

För att i möjligaste mån eliminera kallras från fönsterna har värmepaneler anslutits som komplement till den luftburna värmen.

Sporthallens ventilations- och transmissionsbehov täckes av 2 st värmepumpar. Värmepumpen tar värme från uteluften och avger värme till sporthallen genom luftburen värme.

Av FIG 3:2 framgår inom vilket område som respektive aggregat försörjer skolan med värme för att täcka ventilations- och transmissions-

behovet. TAB 3:2 visar den installerade effekten såväl för aggregat som för värmepaneler samt typ av lokal som objekten är inkopplade för.

3.3 Varmvatten

I skolan finns en elhetvattenpanna installerad. Effekten är 375 kW. Pannan användes för att generera varmvatten till såväl mellan- och högstadieskolan som till lågstadieskolan. Det uppvärmda vattnet förvaras i en ackumulator på 60 m³. Detta varmvatten pumpas runt i en separat krets för att i sin tur värma upp förbrukningsvarmvatten som användes i kök samt för tappställen och duschar. Strålningsvärme från ackumulator tillvaratages delvis genom att värme från ackumulatorrum överföres till skåprum utanför dusch och omklädningsrum.

Systemet för varmvattengenerering framgår av FIG 3:3.

3.4 Kraft och belysning

Installerad effekt hos elapparater vars primära uppgift inte är att alstra värme är 545 kW med följande uppdelning

- Glöd- och lysrörsbelysning, 210 kW;
belysningsstyrkan i ämnesrum, 450 lux;
armatureffekt, 25 W/m² golvyta
- Köksutrustning, elspisar m m, inkl hemkunskap 260 kW
- Motorer för ventilation- och transmissionsvärme, 75 kW

Det bör noteras att en stor del av dessa apparaters energiuttag hjälper till med uppvärmningen av skollokaler. Bland annat kan nämnas att all den energi som tillföres en ljuspunkt omvandlas till värme. Man kan således säga, utan att begå något fel, att de apparater som inneslutes under rubriken "Kraft och belysning" i stor utsträckning även är värmekällor. För att kunna rubriceras som tillskottsvärme måste givetvis objekt - bruksföremålet - vara placerat så att dess avgivna värme kan tillgodogöras byggnaden.

Byggdata

Lägre byggnad för mellan- och högstadiet

Yttervägg	k-värde	plan 2	0,25 W/m ² °C	plan 1	0,35 W/m ² °C
Tak	k-värde		0,22 W/m ² °C		
Fönster	k-värde		3,02 W/m ² °C		

Sporthall för mellan- och högstadiet

Yttervägg	k-värde	0,26 W/m ² °C
Tak	k-värde	0,27 W/m ² °C
Fönster	k-värde	3,02 W/m ² °C

Mellan- och högstadieskola	våningsyta	11 672 m ²
"-	byggnadsvolym	49 260 m ³

Byggnadsår 1973-1974

Byggnadskostnad 14,8 Mkr

Skolan togs i bruk höstterminen 1974

Data över ventilations- och värmeaggregat (TA-aggregat) värmepumpar samt värmepaneler

Objekt	elbatteri resp pa- nel kW	motorer	kylkompressor	Förser följande lokaler med ventilation och värme	kW	
					kW	kW
TA-aggregat 1 Värmepaneler+strålvärme	71,0 13,7	7,5+5,5 -	3x15,0 -	{plan 1 ämnesrum, samlingssal, skyddsrum plan 2 ämnesrum		
TA-aggregat 2	1,0	5,5+4,0	2x12,0	plan 2 ämnesrum		
TA-aggregat 3 Värmepaneler	51,0 6,0	5,5+2,0 -	2x12,0 -	{plan 2 matsalar		
TA-aggregat 4 Värmepaneler	71,0 5,0	5,5+2,2 -	2x12,0 -	{plan 1 skyddsrum plan 2 ämnesrum		
TA-aggregat 5 Värmepaneler	61,0 25,0	5,5+4,0 -	2x12,0 -	{plan 2 bibliotek, expeditiionslokaler, foajé, utställning		
TA-aggregat 6 Värmepaneler	51,0 7,0	5,5+4,0 -	2x12,0 -	{plan 2 ämnesrum		
TA-aggregat 7 Värmepaneler	71,0 8,0	7,5+3,0 -	2x12,0 -	{plan 2 hemkunskaap, slöjd, musik		
Värmepump 8	36,0	2,2+0,8	11,5	plan 2 sporthall		
Värmepump 9	36,0	2,2+0,8	11,5	plan 2 sporthall		
TA-aggregat 10	12,0	1,1	-	plan 1 omklädningsrum		
TA-aggregat 11	12,0	0,8	-	plan 1 omklädningsrum		
Summa effekt kW	587,7	75,3	212,0			
därav TA-aggregat	523,0					
därav elvärmepaneler+ strålvärme	64,7					

Ventilationsdata

Aggregat	Föreskrivet flöde	
	Tilluft m ³ /h	Frånluft m ³ /h
TA-1	23 670	20 670
TA-2	16 100	14 400
TA-3	15 750	11 950
TA-4	11 200	9 400
TA-5	15 630	12 390
TA-6	16 300	15 400
TA-7	13 800	11 100

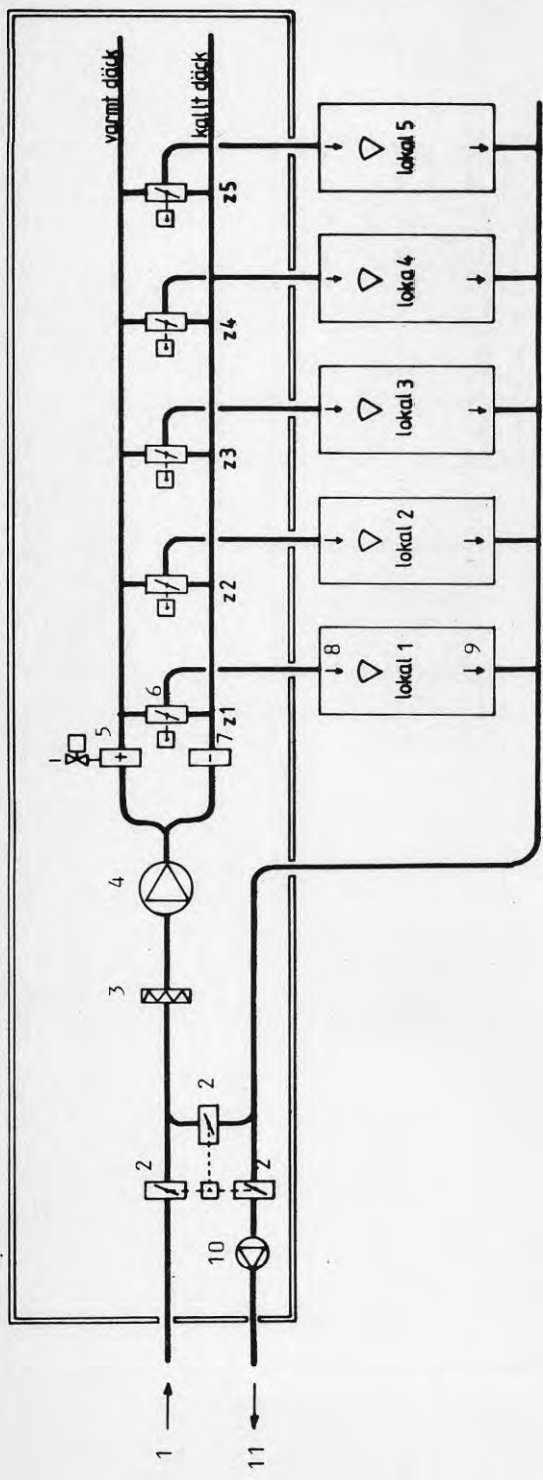


FIG 3:1

Principschema över ventilations- och transmissionsaggregat

- 1. Uteluftsintag
- 2. Spjäll för uteluft, frånluft och återluft
- 3. Filter
- 4. Tilluftsfläkt
- 5. Elbatteri för eftervärmning (eftervärmningsbatteri)
- 6. Zonspjäll
- 7. Kylbatteri
- 8. Tilluft
- 9. Frånluft
- 10. Frånluftsfläkt
- 11. Avluft

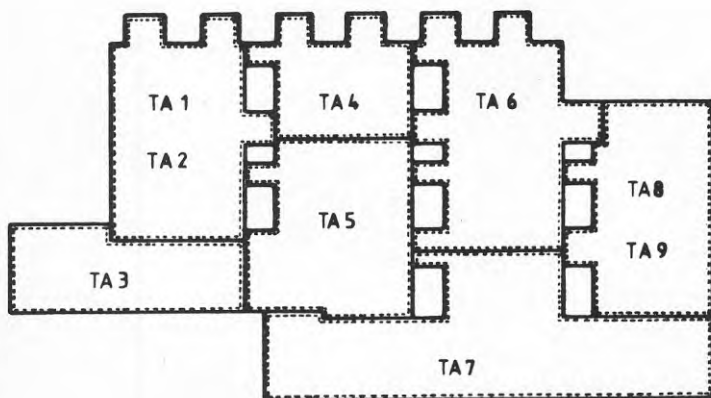


FIG 3:2

De olika aggregatens ventilations- och värmeområden inom plan 2.

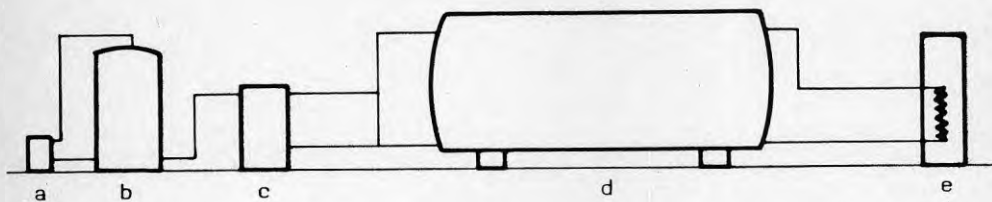


FIG 3:3

Skiss över system för varmvattengenerering.

- a) Elektrisk ångpanna b) Expansionskärl c) Elhetvattenpanna 375 kW
d) Ackumulator 60 m³ e) Vattenvärmare

4.1 Allmänt

En skola har genom att den inte utnyttjas kontinuerligt som exempelvis en bostad, inte ett konstant värmebehov. Under ferier och veckoslutsdagar kan temperaturen reduceras och därmed värmeenergi sparas. En avvägd belastningsfördelning så långt detta är praktiskt möjligt mellan skolans mera effektkrävande objekt för varmvatten, köksutrustning, transmission- och ventilationsvärme etc kan vara av stor betydelse för reducering av den uttagna effekten. Den av elleverantören erbjudna eltariffen kan också påverka driftförhållandena.

Ju större energi- och effektbehov skolan har desto viktigare är det att finna lösningar på vilka sätt anläggningen når den bästa driftekonomin. Man kan givetvis inte variera driften inom alltför korta tidsperioder. För att erhålla något så när verifierade driftresultat erfordras, om man bortser från första årets inkörningstid, åtminstone ett års drifterfarenhet för ett visst driftförhållande.

Statistikmätningen för Vallåsskolan pågick under 6 år. Under denna period har för ämnesrummen två olika driftförhållanden prövats.

4.2 Driftförhållanden under period A.

4.2.1 Driftförhållanden för transmission- och ventilationsvärme.

Aggregaten har följande driftschema.

Under dagen kl 06.00-22.00 är aggregaten inkopplade för styrning över rumsgivare. Givarna är inställda på ett börvärde av + 21°C. Aggregatets funktion för kyla kan endast inkopplas då utetemperaturen är mer än +12°C. Under natten kl 22.00-06.00 stänges aggregatens uteluftspjäll och aggregaten kopplas för intermittert drift. Aggregaten startar endast då värmebehov föreligger och då med recirkulation av luften. Styrningen av den intermitterta driften sker med en rumsgivare inställd på + 21°C. Av TAB 4:1 framgår när reglering av transmission- och ventilationsaggregaten utföres.

Värmepanelerna kan endast inkopplas mellan klockan 06.00-22.00. Panelerna styres över termostater inställda på +18°C.

4.2.2 Driftförhållanden för varmvattensystem

Elhetvattenpannan (elektrodpannan) genererar allt varmvatten mellan kl 22.00-06.00. Varmvattnet användes till dusch, disk och olika tappställen i toaletter och städtrum. Utöver elever och personal för mellan- och högstadiet utnyttjas också varmvattnet av lågstadiet samt av personer som med olika aktiviteter använder skolan under kvällstid. Genom TAB 4:2 visas hur många personer som hade tillgång till det genererade varmvattnet.

Av FIG 3:3 framgår systemet för varmvattengenerering. Genom elektrisk ångpanna alstras ånga så att jämnt tryck erhålles i ackumulator.

4.2.3 Driftförhållanden för kraft och belysning

Fläktmotorerna är i drift enligt avsnitt 4.2.1. Skolan användes relativt mycket även under kvällarna. Belysningen är därför oftast tänd till omkring kl 22.00.

Ämnesrummen utnyttjas under dagtid 27 à 30 (Se TAB 4:2) timmar per vecka. På kvällstid är skolan relativt högt frekventerad. Omkring 20 % av skolans ämnesrum utnyttjas 12 timmar per vecka. Sporthallen användes på kvällstid till olika aktiviteter ca 20 timmar per vecka.

4.3 Driftförhållanden enligt period B

4.3.1 Driftförhållanden för transmission- och ventilationsvärme

Under drygt ett år utökades tiderna för sänkning av rumstemperaturen på vissa ämnesrum som inte användes under kvällstid. Av TAB 4:3 framgår aggregatens driftschema under perioden B.

För ytterligare styrning av värmepanelerna inkopplades ett kopplingsur. Detta inställdes så att värmepanelerna endast kunde inkopplas mellan kl 07.00-15.00 under skoldag.

4.3.2 Driftförhållanden för varmvattensystem

Ingen ändring i förhållande till period A. (Se 4.22)

4.3.3 Driftförhållande för kraft och belysning

Fläktmotorer är i drift enligt 4.3.1. I övrigt ingen ändring i förhållande till period A.

Av FIG 4.1 framgår en belastningskurva dels för total belastning dels för elvärmebelastning under period A.

Reglering av transmission- och ventilationsaggregaten

Period A (i stort sett 5 år)

Dagdrift = Aggregatet inkopplat 06.00-22.00
Rumsgivarna inställda på +21^oC

Nattdrift = Uteluftspjället stänges och aggregatet kopplas för
intermittent drift 22.00-06.00. Aggregatet startar
endast då värmebehov föreligger. Styrningen av den
intermittenta driften sker med en rumsgivare in-
ställd på +21^oC.

Funktion

Aggregat	Dagdrift	Nattdrift
TA1	ja	22-06 samt lördag kl 22.00-måndag kl 06.00
TA2	ja	22-06 samt fredag kl 22.00-måndag kl 06.00
TA3	ja	22-06 samt fredag kl 22.00-måndag kl 06.00
TA4	ja	22-06
TA5	ja	22-06
TA6	ja	22-06 samt fredag kl 22.00-måndag kl 06.00
TA7	ja	22-06 samt fredag kl 22.00-måndag kl 06.00
TA8	ja	22-06
TA9	ja	22-06

TAB 4:2

Antal personer i skolan
(Mellan- och högstadium)

År	Dagtid (elever)	Kvällstid - icke skoltid (sporthall)
1975	678	ca 40 personer/kväll
1976	721	+ lördagar ca 80 per- soner
1977	822	
1978	893	
1979	891	
1980	853	
medelvärde	810	

Utnyttjningsgraden är för ämnesrummen i genomsnitt för
 mellanstadiet 28 timmar/vecka
 högstadiet 30 "-

Reglering av transmission- och ventilationsaggregaten

Period B (något över 1 år)

I förhållande till period A innebar period B att för vissa lokaler utökades nattsänkningen så att börvärdet på rumsgivaren ändrades från +21^oC till +15^oC. Tiderna ändrades också från nattdrift 22-06 till följande.

Aggregat resp lokal	Eftervärningsbatteri och värmepanel regleras för nattdrift på följande tider och/eller dagar
TA1 plan 1	lördag 21.00-måndag 04.00
TA2 ämnesrum	måndag-torsdag 16.00-04.00; fredag 16.00-måndag 04.00
TA3	måndag-torsdag 16.00-04.00; fredag 16.00-måndag 04.00
TA4 ämnesrum	måndag-torsdag 21.00-04.00; fredag 21.00-04.00
TA5 bibliotek, exp	måndag-fredag 20.00-04.00; lördag 20.00-måndag 04.00
TA6 ämnesrum	måndag-torsdag 16.00-04.00; fredag 16.00-måndag 04.00 samt ferier
TA7 slöjd, hemkunskap	måndag-torsdag 18.00-04.00; fredag 18.00-måndag 04.00
TA8 och 9 sporthall	måndag-fredag 21.00-04.00; lördag 21.00-måndag 04.00

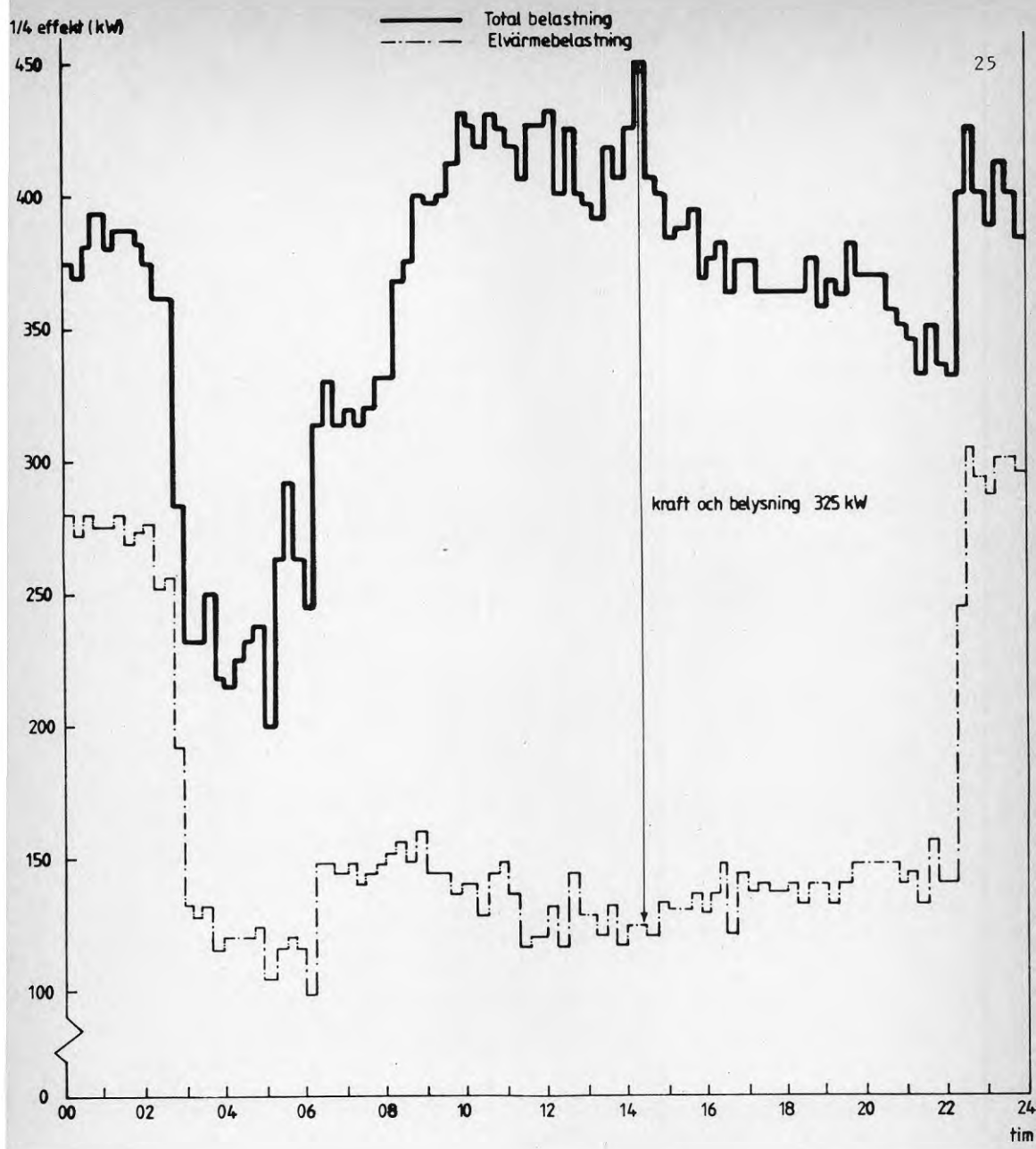


FIG 4:1

Belastningskurva från tisdagen den 17 december 1974. Vädret var mulet, uttemperaturen varierade mellan +4,1°C till +0,5°C.

5.1 Allmänt

Genom att mätpunkter uppsatts för varje delobjekt som primärt har till uppgift att generera värme kan de olika effekt- och energiuttagen redovisas med uppdelningen uppvärmning (ventilation- och transmissionsbehovet), kyla, varmvatten, kraft- och belysning samt totalt energi- och effektbehov. Genom att tidmätare installerats för att registrera kylaggregatens inkopplingsstider kan energi till kyla framräknas.

5.2 Total belastning

5.2.1 Energiuttag

Det totala energiuttaget innefattar energi till uppvärmning kyla, varmvatten samt kraft och belysning. Av TAB 5:1 framgår det totala energiuttaget för respektive år. För de sex driftåren 1975-1980 erhålles medelvärdet 200 kWh/m² vy år. I våningsyta (vy) ingår även plan 1 (suterrängplan). De olika delbelastningarnas energiuttag utgör följande procentsatser av det totala energiuttaget

Uppvärmning (aggregat+värmepaneler+värmepump)	37,8 %
Kyla (aggregat)	3,4 %
Varmvatten (elhetvattenpanna)	12,7 %
Ångpanna (alstrar ånga för jämnt tryck i ackumulator)	0,7 %
Kraft och belysning	45,4 %

Notabelt är att energiuttaget för kraft och belysning har en stor procentuell andel av det totala energiuttaget. Medelvärdet för sex års förbrukning är 1 063 070 kWh/år eller 91,1 kWh/m² vy, år.

Av delbelastningen "varmvatten" beräknas strålningsvärmen från varmvattensystemet utgöra ca 56 %. Borttages strålningsvärmen från varmvattendelen så blir varmvattnets andel - förbrukningsvarmvattnets andel - av det totala energiuttaget endast ca 5 %. Nu kommer strålningsvärmen till skolans del genom basvärme. En stor del av strålningsvärmen ger således värme till framför allt de lokaler som ligger i närheten av varmvattensystemet - elhetvattenpannan och ackumulatoren.

De objekt som primärt är installerade för att värma skolan ingår i delbelastningen "uppvärmning". Utöver dessa till uppvärmning primärt installerade objekt erhåller skolan basvärme - dels är det strålningsvärmen från varmvattensystemet dels värme från kraft- och belysning. Vidare tillkommer person- och solvärme. Rumstemperaturen kan således även under vintertid bli högre än det inställda börvärdet på termostaten i exempelvis ämnesrummen. Kylaggregaten kan då kopplas in och överskottsvärmen bortföras. Nu är kylaggregaten i skolan utöver rumstermostat även styrda av en utomhustermostat inställd på +12°C. Aggregatens kylsystem får således endast möjlighet att inkopplas då utetemperaturen är högre än nämnda gradtal.

Av TAB 5:2 framgår att i genomsnitt uppgår nattenergin till 33,0 % av den totalt uttagna energin.

En sammanfattning av de olika delbelastningarnas absoluta och relativa belopp framgår av TAB 5:3. De olika delbelastningarna analyseras i avsnitten 5.3, 5.4, 5.5 och 5.6.

5.2.2 Effektuttag

För vissa apparater eller objekt inom skolan kan man med relativt stor säkerhet säga vilka tidpunkter de användes. Det är ingen större svårighet att konstatera att köksutrustningen till övervägande del användes under morgonen. På samma sätt vet man när belysningen användes. Några objekt inkopplas av taxeskäl endast inom vissa tidpunkter. Genom att göra avgränsningar på objektens troliga användningstider kan man schematiskt informera sig om hur belastningen under ett dygn kommer att se ut.

Av TAB 5:4 framgår den totalt installerade effekten. Tabellen visar att summan av den installerade effekten är högre på dagen (06.00-22.00) än på natten (22.00-06.00).

Av intresse är att jämföra hur den installerade effekten förhåller sig till den uttagna. Av TAB 5:5 framgår den under dagen eller natten högst uttagna kvarttimmeseffekterna (P 1/4). Den installerade elvärmebelastningen är under dagtid enligt TAB 5:4 ca 44 % av den totalt utnyttjningsbara installerade effekten. Elvärmens effekt utgör den största delbelastningen. Av TAB 5:5 har därför endast medtagits de kallaste månaderna - de månader då elvärmeeffekten normalt är högst. Följande förhållande kan noteras beträffande sammanlagringsfaktorn för belastningar under dagtid.

Sammanlagringsfaktor = $\frac{\text{uttagen effekt}}{\text{installerad effekt}}$;

$$\text{Sammanlagringsfaktor dag (total belastning)} = \frac{675 \text{ kW}}{1420 \text{ kW}} = 0,48$$

$$\text{Sammanlagringsfaktor natt (total belastning)} = \frac{681}{973} = 0,70$$

$$\text{Sammanlagringsfaktor dag (elvärmebelastn.)} = \frac{368}{588} = 0,63$$

$$\text{Sammanlagringsfaktor natt (elvärmebelastn.)} = \frac{516}{898} = 0,57$$

Den totala belastningen på ett dygn kan angivas på följande sätt (se kurva FIG 4:1).

K1 24.00 (00.00) är elhetvattenpannan inkopplad + ventilations- och transmissionsaggregatet. K1 02.00 är ackumulatorn för det genererade varmvattnet fulladdad och effekten på elhetvattenpannan trappas ned.

K1 06.00 kopplas ventilations- och transmissionsaggregaten in för dagtid (nattsänkningen frånkopplas). Köksutrustning och belysning går succesivt in. Omkring klockan 10.00 når effekten sin topp för att sedan trappas ner till klockan 22.00 då elhetvattenpannan kopplas in för varmvattengenerering under natten. I FIG 4:1 kommer det tillfälligt in en högre belastning som kan bestå av exempelvis elspisar som inkopplas temporärt vid en lektion i hemkunskap.

Elvärmens belastning är högst under natten då elhetvattenpannan dominerar effektuttaget. Kl 06.00 ökar elvärmebelastningen då som tidigare nämnts ventilations- och transmissionsaggregaten kopplas in för dagtid. Vad som är karakteristiskt för elvärmebelastningen är att denna under dagen inte ökar utan avtar något för att ligga tämligen jämn under dagen.

Generellt kan sägas om den totala belastningen att denna under dagen når sitt högsta värde omkring kl 09.00-10.00. Kurvan påminner om en triangel med spetsen placerad vid 10-tiden och där de båda benen konstitueras av effektens ökning resp minskning. Ökningen som sker mellan klockan 06.00-10.00 har ett kortare intervall - en brantare stigning - än den mellan klockan 10.00-22.00 visade nertrappningen av den totala belastningen.

Genom att mäta mellan kurvan för totalt effektuttag och kurvan för elvärmeuttag kan effekten för kraft- och belysning erhållas. Det i FIG 4:1 visade högsta effektuttaget är 325 kW vid 14-tiden. Normalt inträffar det högsta värdet för kraft- och belysning i FIG 4:1 ca 300 kW omkring klockan 10.00. Följande specifika effektvärden under dagtid kan noteras.

$$\text{Total belastning (mellan- och högstadiet)} \quad \frac{675 \text{ kW}}{11672 \text{ vy}} = 58 \text{ W/m}^2 \text{ vy}$$

$$\text{Elvärmebelastning (mellan- och högstadiet)} \quad \frac{368 \text{ kW}}{11672 \text{ vy}} = 32 \text{ W/m}^2 \text{ vy}$$

Belastningarna för hela skolan på Vallås det vill säga utöver mellan- och högstadiet även för lågstadiet visas i TAB 5:6. De högsta kvarttimmeseffekterna är nära 900 kW. För enbart lågstadieskolan se TAB 5:7 är det högsta effektvärdet 162 kW. Av TAB 5:8 framgår dels P_1 -effekten dels P_6 -effekten samt vid vilka klockslag dessa inträffar.

De olika delbelastningarna analyseras i avsnitten 5:3, 5:4, 5:5 och 5:6.

5.3.1 Energi- och effektuttag

Av avsnitt 5.2 framgår att uppvärmning (transmission- och ventilationsvärme) utgör 37,8 % av det totala energiuttaget. I absoluta tal är medelvärdet från de sex driftåren 1975-1980 883 697 kWh eller korrigerat med hänsyn till graddagtalet (gd) för de sex driftåren $17,35 \text{ Wh/m}^2$, vy, gd.

Av TAB 5:9 framgår energiuttaget för uppvärmning. Av tabellen visas att påfallande mycket energi för uppvärmning har uttagits under de varma månaderna juni, juli och augusti. Nära 50 000 kWh eller 5,7 % av det totala energiuttaget för uppvärmning är registrerat för sommarmånaderna. Även om vissa lokaler utnyttjas under denna period borde energiuttaget för uppvärmning gå mot noll under sommaren.

Under större delen av 1978 utfördes en utökning av nattsänkning inom vissa lokaler (se TAB 4:1 respektive TAB 4:3). Av TAB 5:10 och 5:11 framgår energiuttag från den aktuella perioden.

Genom den utökade nattsänkningen erhöles under kallare dagar alltför låga rumstemperaturer i de av nattsänkningen berörda lokalerna. Detta kunde medföra att en okontrollerad justering - en höjning - utfördes av börvärdena på rumstermostaterna som styrde värmen från aggregaten. Vid kontroll visade det sig att återställning till normala börvärden $+21^{\circ}\text{C}$ oftast inte skedde. De lägre energiuttagen som det förväntade sig att den utökade nattsänkningen skulle medföra förbyttes därför till att en del lokaler periodvis fick ett högre energiuttag. Efter ca ett år ändrades bland annat med hänsyn till värmekomforten den utökade nattsänkningen till en återgång till tidigare driftförhållanden. Den utökade nattsänkningen initierade till att kåpor uppsattes på rumstermostaterna så att spontanta justeringar av börvärdena eliminerades. Genom att studera TAB 5:13-24 och TAB 5:11 kan det utläsas att den utökade nattsänkningen dock gav effekten av ett lägre energiuttag. Även om graddagtalet är ett trubbigt instrument - solvärmens och vindstyrkor har också stort inflytande på energiuttaget för uppvärmning - så ger specifika belopp där hänsyn tagits till graddagtalet en god vägledning. Vid studiet av TAB 5:11 visas ex.vis att under 1978 reducerades energiuttaget till värmepanelerna. Vidare visar TAB 5:11 att exklusive år 1977 har 1978 det lägsta energiuttaget till uppvärmning av de sex driftåren. I detta sammanhang bör nämnas att en nattsänkning eller bättre periodvis sänkning av rumstemperaturen har normalt sett en energibesparande verkan. (Feras Elvärmegrupp utredning A6). Det kan dock vara känsligt att genomföra en periodvis sänkning av rumstemperaturen vid, som i en skola, kollektiva leveranser där uppvärmningsmediet är luftburen värme och där ett aggregat betjänar flera lokaler. En försiktig nattsänkning liknande den som tillämpas enligt period A (TAB 4:1) har dock gått att genomföra.

Den helt avgörande delen som värmer skolan (mellan- och högsta-diet) utav de objekt som primärt är installerade för uppvärmning är elbatteri i ventilations- och transmissionsaggregaten. Från dessa batteri kommer nära 90 % av den totala energin för ventilations- och transmissionsvärmen. Det är således av stor vikt både ur energihushållningssynpunkt och med hänsyn till värmekomforten

att aggregatens funktion är tillfredsställande. I avsnitt 6 Inneklimatmätningar behandlas detta. Redan nu kan dock nämnas att de relativt sett låga energiuttagen som visas i TAB 5:10, 5:11 samt TAB 5:13-5:24 för år 1977 är förmodligen i huvudsak beroende av den under detta år alltför snäva styrningen av intag av friskluft. Av TAB 5:12 framgår aggregatens uttag av nattenergi.

Av TAB 5:25 framgår den installerade effekten för ventilations- och transmissionsaggregaten. På tre aggregat har elbatterier utnyttjats helt. Det vill säga samtliga effektsteg har inkopplats. När inte värmen från elbatterierna räckt till har värmepanelerna kopplats in. Värmepanelernas energiuttag är endast 8,2 % av det totala energiuttaget för ventilations- och transmissionsvärme varför inkopplingen av panelerna har skett ganska sparsamt.

Då nattsänkningen upphör och ventilations- och transmissionsaggregaten arbetar normalt så ökar effektuttaget. Vid utomhus-temperaturer omkring -10°C (max $-5,5^{\circ}\text{C}$ min $-11,5^{\circ}\text{C}$) ligger detta effektbehov kvar till omkring klockan 10.00. Elvärmebelastningen har då uppmätts till 420 à 440 kW. Det är vid denna tid på dygnet som elbatterierna blivit inkopplade och sammanlagringen mellan dessa är mindre god. Med hjälp av basvärmen sjunker sedan elvärmebelastningen för att vid 14-tiden nå ett fortfarande tillstånd av ca 350 kW. Senare på kvällen då basvärmen reducerats fluktuerar effekten mellan 350 à 380 kW.

Den skisserade effektuttagningen för elvärmebelastningen (ventilations- och transmissionsvärmen) under dagtid är karaktäristisk. Den uttagna effekten är givetvis beroende av de yttre förhållandena bland annat utetemperaturen. Kurvan som visas i FIG 4:1 är hämtad från en dag då det var mulet och utomhustemperaturen var max $+4,1^{\circ}\text{C}$ och min $+0,5^{\circ}\text{C}$. Den uttagna effekten är något högre än 150 kW. Detta skall då jämföras med 440 kW då utetemperaturen är omkring -10°C . Bortsett från effektens storlek uppträder kurvorna med samma karaktäristik.

Utnyttjningstiden för ventilations- och transmissionsvärmen kan sägas konstitueras av medelvärdet av energiuttaget från de sex driftåren (TAB 5:9) och de fyra högsta medeleffekterna som inträffar under ett år (under dagtid).

$$h = \frac{883\ 697\ \text{kWh}}{430\ \text{kW}} = 2\ 055$$

Säg att utnyttjningstiden för de objekt som är installerade för att täcka ventilations- och transmissionsbehovet är 2 000 à 2 100 timmar/år.

5:4 Varmvatten

5.4.1 Energi- och effektuttag

I avsnitt 5.2 framgår att energi för generering av varmvatten utgör ca 12,7 % av det totala energiuttaget. Av TAB 5:26 framgår det totala energiuttaget för varmvatten till låg- mellan- och högstadieskolorna. Medelvärde är 320 230 kWh/år. Eftersom lågstadieskolans energiuttag för varmvatten ingår i detta belopp måste för att erhålla enbart energiuttaget till mellan- och högstadiet det beräknas hur mycket förbrukningsvarmvatten som lågstadieskolan erfordrar. Med stöd av de beräkningar som gjordes vid utredning av Sannarpsskolan, Halmstad (Statens Råd för Byggforskning D559 "Elvärme i större skolbyggnad") kan med god approximation lågstadieskolans energiuttag för varmvatten erhållas. Följande resonemang föres:

Lågstadieskolan har 405 elever uppdelade på

1:a klass 142

2:a klass 136

3:e klass 127

Uppdelningen är nödvändig då antal lektioner i gymnastik är olika för de tre klasserna.

Utöver att eleverna använder varmvattnet i skolan så är detta tillgängligt även för de som hyr gymnastiksalen under kvällstid. Under tre kvällar i veckan disponeras såg 150 personer duscharna i skolan.

Med utgång från mätningar på Sannarpsskolan (sid 64, 65 och 126 i nämnda utredning) erhålles att för duschning och tvättning åtgår det netto omkring 0,43 kWh/person. Energikvantiteten för duschning och tvättning (tappställen) kan nu tecknas på följande sätt.

1:a klass duschning en gång/vecka	142 eleverx1x0,43 kWh=61 kWh/vecka
2:a klass duschning två gånger/vecka	136 eleverx2x0,43 kWh=117 kWh/vecka
3:e klass duschning tre gånger/vecka	127 eleverx3x0,43 kWh=164 kWh/vecka

Utöver detta tillkommer 150 personer/vecka som på kvällstid disponerar varmvatten. Alltså

150 personerx0,43 kWh/person= 65 kWh/vecka

Säg att läsåret består av 37 veckor. Då erhålles:

$(61+117+164+65) \cdot 37 = 15\ 059$ kWh/år

För städning och
mindre diskhan-
tering 5 000 kWh/år

Summa nettoenergi 20 059 kWh/år

Till dessa nettobelopp skall läggas förluster i varmvattenledning till och i skolan.

I utredning nr 9 för Studier bundna till Svenska Elverksföreningens stipendium 1973 erhålles på sid 5 att spillvärmerna för varmvattenledningar uppgår vid överföring av så förhållandevis små energikvantiteter till 10 à 15 % på den totalt överförda bruttoenergin.

För lågstadieskolans energibehov till varmvatten skulle detta innebära spillvärme på ca 3 000 kWh/år.

Den erforderliga energikvantiteten för förbrukningsvarmvatten till skolan blir således $20\ 059 + 3\ 000 = 23\ 059$ kWh/år. Säg 23 000 kWh/år.

Den tillförda energin som skall påföras mellan- och högstadieskolan är således $320\ 230$ kWh - $23\ 000 = 297\ 230$ kWh.

Samma varmvattensystem som finns på Sannarpsskolan har Vallåsskolan. Den spillvärme som uppmätts för Sannarpsskolans ackumulator, pumpar etc (TAB 5:59 i utredningen för Sannarpsskolan) anses gälla för Vallåsskolans mellan- och lågstadieskola. Den nettoenergi som kan framräknas för Vallåsskolan baseras på utöver dusch, tvättning (tappställen) och städning även för diskning i kök. Den sista posten beräknas med utgångspunkt för omkring 1 200 elever då lågstadieskolans elever har haft sina skolmåltider på mellan- och högstadieskolan. Utöver de varmvattenförbrukningar som angivits i Sannarpsskolans utredning finns i Vallåsskolan ytterligare en nämligen hemkunskap. Cirka 330 elever per vecka undervisas bland annat i matlagning och bakning och då förbrukas varmvatten framför allt genom diskning. Av TAB 5:27 framgår fördelningen av energi till varmvattenförbrukning på Vallåsskolans mellan- och högstadie.

I huvudsak har all energi till varmvatten genererats på natten det vill säga mellan klockan 22.00-06.00. Av TAB 5:28 framgår att 98 % av den totala energin till varmvatten har uttagits mellan kl 22.00-06.00.

I TAB 5:29 visas hur stort effektuttaget är. Varmvattnet genereras över en elhetvattenpanna (elektroddpanna). Av FIG 4:1 framgår hur varmvattengenereringen påverkar dygnskurvan på effektuttaget. Av kurvan framgår att ca 170 kW från elhetvattenpannan inkopplas kl 22.00. Redan kl 24.00 har effekten sjunkit ca 20 kW. Omkring kl 03.00 har effekten från elhetvattenpannan reducerats så mycket att den effekt som kvarstår av elvärmebelastningen kommer i huvudsak från ventilations- och transmissionsaggregaten. Lågstadieskolans varmvattengenerering belastar ur effektsynpunkt elhetvattenpannan högst marginellt. Elektroddpannan har till uppgift att varje dygn ladda upp ackumulatören. Den del som ligger på lågstadiet är ur energisynpunkt ca 7 % av medelförbrukningen/dag eller 128 kWh. Om medeleffekten på elektroddpannan är 220 kW så utgör den ökade tiden för inkoppling av elektroddpannan endast ca 0,5 timma.

5.5.1 Energi- och effektuttag

Av avsnitt 5.2 framgår att energi till kraft och belysning utgör 45,4 % av det totala energiuttaget. I absoluta tal är medelenergin från de sex driftåren 1 063 070 kWh/år eller 91,1 kWh/m² vy, år. Av TAB 5:2 och 5:3 framgår att kraft och belysning har större energiuttag än någon annan delbelastning.

KÖKET och HEMKUNSKAP har den största installerade effekten ca 260 kW. Elspisar, potatiskokare, elektropanna, keramikugn, är några av de mera effektkrävande objekten men de objekt som har en lång utnyttjningstid är kyl och frys.

BELYSNINGEN uppgår till 17 W/m² vy. I ämnesrummen är den installerade belysningseffekten lysrör - ca 25 W/m² vy. Normalt utnyttjas endast 2/3 av denna.

VENTILATIONSFLÄKTAR och fläktar till den luftburna värmen fordrar mycket energi genom lång utnyttjningstid. Överslagsmässigt kan de olika delbelastningarna för kraft och belysning sägas utgöra följande energibelopp.

Kök och hemkunskap	310 000 kWh/år
Belysning	390 000 "
Fläktar	<u>360 000 "</u>
Summa kWh	1 060 000 kWh/år

Av kurva FIG 4:1 kan effekten för kraft och belysning studeras.

Kurvan visar tydligt hur belastningen från kraft och belysning medverkar till att den totala belastningen ökar.

Elvärmelasten ligger nästan rak efter en liten stigning mellan 06.00-10.00. Elhetvattenpannan är fränkopplad. Det är under dagtid från 06.00 och fram till 14.00 som den totala belastningen ökar och det är endast kraft och belysning som medverkar till detta. Belastningsökningen från klockan 06.00 markerar att fläktarna till ventilations- och transmissionsaggregaten går nu kontinuerligt. Vid 07.00-08.00 börjar belysningen mera allmänt inkopplas. Köket börjar sedan koppla in sina arbetsmaskiner och ämnesrummen med hemkunskap börjar med sina aktiviteter matlagning, bakning etc. Efter kl 14.00 går belastningen från kraft och belysningen relativt sakta ned för att vid kl 22.00 överlämna till elhetvattenpannan att ta hand om den större delen av nattens belastning.

FIG 4:1 visar att det högsta värdet för kraft och belysning under dygnet är 325 kW. Baseras utnyttjningstiden på detta värde och medelförbrukningen av energi för kraft och belysning så erhålles.

$$\text{Utnyttjningstid} \quad \frac{1\,063\,070}{325} = 3\,270 \text{ h}$$

3 270 timmar är en relativt hög utnyttjningstid för kraft och belysning och visar att skolan utnyttjas väl.

5.6.1 Energi- och effektuttag

Vallåsskolans mellan- och högstadium har även luftburen kyla som inkopplas vid behov av ventilations- och transmissionsaggregaten.

Kylan mätes över tidmätare. Detta innebär att någon direkt registrering inte kan erhållas på uttagen energi. Energiuttaget får i stället beräknas med hänsyn till effekten och hur länge denna varit inkopplad. Just längden på inkopplingen registreras genom tidmätarna (kWh-mätare var det alltför besvärligt att upp-sätta. Beslutet om kyla kom nämligen först efter det att mät-ningsinstallationen med signalkablar o s v var utförd.)

Genom tidmätarna kan en uppskattning av energiuttaget göras. Några "exakta" belopp som vid mätning med kWh-mätare kan ej erhållas. Kylaggregaten har nämligen två eller tre effektsteg. Hur många effektsteg som varit inkopplade har inte uppmätts. Den ansatsen göres, att endast ett effektsteg inkopplats. Då erhålles genom avläsning av tidmätarna de i TAB 5:30 angivna energibeloppen. Av avsnitt 5:2 framgår att kylaggregatens ener-giuttag är 3,4 % av det totala energiuttaget.

Några värden på effektuttaget kan inte med säkerhet angivas. Effekten för det första effektsteget utgör tillsammans 87 kW. Med ledning av detta skulle kylaggregaten varit inkopplade $\frac{66\ 340}{87} = 762$ timmar i medeltal per år.

Genom att installera kyla erhålles möjligheten till ett bättre arbetsklimat. Vid jämförelse av energi- och effektuttag med andra projekt som inte har kyla bör det dock noteras att kylan för bort överskottsvärmen. Denna värme som i annat fall, där kyla ej finns, lagras i byggnadskroppen och i viss mån under eldningssäsong kan medverka till en reducering av såväl värme-energi som effekt till värme.

Utöver att kylaggregaten i TA1-TA7 styrs över en utomhustermost inställd på +12°C, och därmed eliminerar att kyla levereras då termostaten känner lägre temperaturer, fränkopplas kyl-aggregaten under ferierna. Det förutsättes därför att något kylbehov ej finns på natten.

Aggregaten TA8 och TA9 (värmepumparna) styrs enbart över rums-termostat. Aggregaten ger vid behov kyla till sporthallen. Nå- gon tidmätning av dessa kylaggregats inkoppling har ej skett. En uppskattning - där medelbeloppet 762 timmar och effekten 23 kW för de två aggregaten får utgöra basbeloppen - skulle innebära ett energiuttag per år med ca 17 000 kWh. Det totala energiuttaget för kyla blir då omkring 80 000 kWh/år.

MELLAN- OCH HÖGSTADIESKOLAN

Totala energiuttaget (transmission, ventilation, kyla, varmvatten samt kraft och belysning).

Efter den mätare som registrerade energiuttag till hela skolan lågstadie + mellan + högstadie (L+M+H) har en undermätare inkopplats som mäter effekt- och energiuttag till lågstadieskolan. Då det gäller energi till varmvatten för lågstadieskolan distribueras detta från mellan- och högstadieskolans varmvattensystem. Av tabellen framgår hur enbart mellan- och högstadieskolans energiuttag för respektive år framräknats.

År	Energiuttag kWh		Värme samt kraft och belysning L	+ Varm- vatten L	=	Rest totalt energiuttag till M+H
	Totalt till L+M+H	-				
1975	2 448 183	-	(141 560	+ 11 000)	=	2 295 623
1976	2 814 920	-	(311 168	+ 23 000)	=	2 480 752
1977	2 332 730	-	(290 720	+ 23 000)	=	2 019 010
1978	2 515 250	-	(282 760	+ 23 000)	=	2 209 490
1979	3 046 000	-	(318 600	+ 23 000)	=	2 704 400
1980	2 668 000	-	(310 696	+ 23 000)	=	2 334 304
Medelvärde					=	2 340 597
Utslaget per kWh/m ² vy år						200

MELLAN- OCH HÖGSTADIESKOLAN

Tabellen visar de olika delbelastningarnas procentuella energiuttag mellan kl 22.00-06.00 (nattenergi)

	H(dagenergi)	N(nattenergi)	Tot	%
transmission	669 946	213 751	883 697	24,2
kyla	80 000	-	80 000	0
varmvatten	5 605	291 625	297 230	98,1
ångpanna	16 600	-	16 600	0
kraft och belysning	797 302	265 768	1 063 070	25,0
Totalt	1 569 453	771 144	2 340 597	33,0

MELLAN- OCH HÖGSTADIESKOLAN

Energiuttag för täckande av uppvärmning (ventilation och transmissionsvärme), kyla, varmvatten och kraft och belysning.

Medelvärde av perioden 1975-1980.

	kWh	% av totalt
transmission och ventilation (TAB 5:9)	883 697	37,8
kyla (TAB 5:28)	80 000	3,4
varmvatten (TAB 5:24)	297 230	12,7
ångpanna (alstra ånga för jämnt tryck i ackumulator)	16 600	0,7
kraft och belysning	<u>1 063 070</u>	<u>45,4</u>
Totala belopp (TAB 5:1)	2 340 597	100,0

MELLAN- OCH HÖGSTADIESKOLAN

Tabellen visar installerade effekter (kW) samt vilket klockslag dessa beräknas bli inkopplade.

Objekt	kl 22.00-06.00 kW	06.00-12.00 kW	12.00-16.00 kW	16.00-22.00 kW
Elhetvattenpanna	375	-	-	-
Ventilations- och transmissionsaggregat:				
elbatteri	523 (delvis inkopplat)	523		523 (delvis inkopplat)
till- och från-luftsmotorer	75 (delvis inkopplat)	75	75	75
kylaggregat a)	-	212	212	-
Värmepaneler	-	65	65	-
Belysning	-	210	10	210 (delvis inkopplat)
Köksutrustning	-	70	70	-
Hemkunskap				
elspisar	-	140	140	-
keramikugnar, m m	-	50	50	-
S:a installerad effekt kW	973	1 345	1 345	808
Totalt installerad effekt 1 720 kW				

a) Kan endast inkopplas då utetemperaturen är högre än +12°C.

TAB 5:5

MELLAN- OCH HÖGSTADIESKOLAN

Maximalt kvarttimmeseffektuttag (P1/4) för total belastning resp elvärmebelastning (transmissions- och ventilationsaggregat, värmepaneler, kylaggregat, elhetvattenpanna)

Total belastning				Elvärmebelastning			
kl 06.00-22.00				kl 22.00-06.00			
Dag	klockslag	effekt kW P1/4		Dag	klockslag	effekt kW P1/4	
1974-12-10	12.30	456		1974-12-30	23.00	519	
1975-01-09	10.15	512		1975-01-13	22.30	530	
1975-02-21	14.45	606		1975-02-16	05.15	440	
1975-03-13	11.30	675		1975-03-17	05.00	681	
				1974-12-30	09.00	204	
				1975-01-09	08.00	224	
				1975-02-21	06.00	368	
				1975-03-12	09.45	228	
				Dag	klockslag	effekt kW P1/4	Dag
				1974-12-31	23.00	400	1974-12-31
				1975-01-13	04.00	408	1975-01-13
				1975-02-02	05.30	324	1975-02-02
				1975-03-17	04.45	516	1975-03-17

anm.
Lågstadieskolan togs i bruk hösten 1975. Endast värden före denna tidpunkt kan medta-
gas för att erhålla effektuttaget enbart från mellan- och högstadieskolan.

LÄGSTADIE- MELLAN-OCH HÖGSTADIESKOLAN

Maximalt effektuttag för total belastning transmission, ventilation, kyla samt kraft och belysning.

Registrerat mätvärde under mättiden 15 min (kW).

Månad	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Januari	556	845	742	845	a)	a)
Februari	603	820	705	895		
Mars	681	865	606	880		
April	622	685	555	800		
Maj	478	590	425	660		
Juni	458	395	-	290		
Juli	275	95	200	255		
Augusti	427	410	363	440		
September	465	570	545	632		
Oktober	640	645	505	790		
November	670	755	720	800		
December	695	780	820	865		

a) Endast två avläsningar gjordes under 1979 och 1980. De högsta värden som då registerades var 775 resp 820 kW.

LÄGSTADIESKOLAN

Maximalt effektuttag för total belastning, transmission, ventilation samt kraft och belysning.

Registrerat mätvärde under mättiden 15 min (kW)

Månad	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Januari	-	124	120	112	Se anm a)	Se anm a)
Februari	-	104	114	113		
Mars	-	107	102	106		
April	-	86	90	94		
Maj	-	66	54	69		
Juni	-	40	50	42		
Juli	-	10	27	38		
Augusti	95	37	42	86		
September	118	60	87	105		
Oktober	104	85	84	124		
November	107	110	137	152		
December	122	131	138	162		

a) Endast två avläsningar gjordes under 1979 och 1980. Det högsta värde som då registrerades var 114 resp 120 kW.

LÄGSTADIE- MELLAN OCH HÖGSTADIESKOLAN

Högsta effektuttag per månad samt klockslag när detta inträffade

Månad	1h-effekt (kW)		6h-effekt (kW)	
	max.	kl	max.	kl.
<u>1980</u>				
Augusti	335	09	309	09-15
September	645	08	637	08-14
Oktober	623	22	477	08-14
November	793	22	623	21-03
December	765	00	636	06-12
<u>1981</u>				
Januari	820	23	725	07-13
Februari	673	00	586	07-13
Mars	643	00	565	07-13
April	575	08	513	07-13
Maj	630	21	465	21-03
Juni	498	22	300	08-14
Juli	320	21	215	21-03
Augusti	525	22	349	21-03
September	538	22	389	21-03
Oktober	530	09	481	06-12
November	630	08	573	07-13
December	773	08	703	06-12

$$kW_1/m^2 \text{ vy} = \frac{820}{13\,582 \text{ m}^2} = 60 \text{ W/m}^2, \text{ vy}$$

$$\text{relation } \frac{P_6}{P_1} = \frac{725}{820} = 0,88$$

MELLAN- OCH HÖGSTADIESTADIET

Totalt energiuttag för ventilations- och transmissionsvärme (aggregat, värmepaneler, värmepumpar).

Tabellen visar även det procentuella uttaget under natten (kl 22.00-06.00).

Månad	kWh medelvärde 1975-1978		Tot	% nattenergi i för- hållande till to- tal energi
	H	N		
Januari	89 959	22 318	112 276	19,9
Februari	87 764	32 594	120 358	27,1
Mars	80 854	31 145	111 999	27,8
April	66 507	21 166	87 673	24,1
Maj	30 918	8 293	39 211	21,1
Juni	17 411	4 821	22 232	21,7
Juli	9 411	1 216	10 627	11,4
Augusti	11 434	4 360	15 794	27,6
September	34 632	8 091	42 723	18,9
Oktober	54 731	10 723	65 454	16,4
November	78 151	14 044	92 195	15,2
December	83 389	18 485	101 874	18,1
	645 161	177 256	822 417	21,6
Åren				
1979	818 805	285 052	1 103 857	25,8
1980	620 232	288 428	908 660	31,7
Medelvärde 1975-1980	669 946	213 751	883 697	24,2
Medelvärde Wh/m ² vy, gd			17,35	

MELLAN- OCH HÖGSTADIET

Energiuttag för ventilations- och transmissionsvärme (aggregat, värmepaneler, värmepumpar)

År	kWh	Ventilations- och transmissionsvärme		
		Värme- paneler	Elbatteri i aggregat	Kompressor i värmepump
1975	32 704	714 049	27 413	774 166
1976	95 330	940 981	31 127	1 067 438
1977	74 472	545 971	24 571	645 014
1978	53 773	728 074	21 202	803 049
1979	106 491	974 745	22 620	1 103 856
1980	70 161	823 307	15 192	908 660
medel- värde	72 155	787 854	23 688	883 697
energi i procent av total transmis- sion- och ventila- tionsvär- me, %	8,2	89,2	2,7	100,0

MELLAN- OCH HÖGSTADIET

Energikuttag för ventilations- och transmissionsvärme (aggregat, värmepaneler, värmepumpar)

År	Wh/m ² vy, gd	Transmissions- och ventilationsvärme		
		Värmepaneler	Elbatteri i aggregat	Kompressor i värmepump
1975	0,73	15,92	0,61	17,26
1976	1,77	17,50	0,58	19,85
1977	1,52	11,19	0,50	13,21
1978	1,07	14,49	0,42	15,98
1979	1,99	18,23	0,42	20,64
1980	1,33	15,56	0,29	17,18
Medelvärde	1,40	15,48	0,47	17,35
standardavvikelsen	0,57	2,50	0,12	2,69

MELLAN- OCH HÖGSTADIET

Procentuellt energiuttag kl 22.00-06.00 (nattenergi) för ventilations- och transmissionsaggregat.

Tabellen visar energiuttag för elbatteri i ventilations- och transmissionsaggregat (TA1-TA11).

Medelvärde av de fyra driftåren 1975-1978.

	kWh H (kl 06.00-22.00)	N (kl 22.00-06.00)	Totalt (H+N)	% nattenergi i pro- cent av totalt
Januari	76 288	21 194	97 482	22,0
Februari	74 081	31 199	105 280	29,6
Mars	69 185	29 611	98 796	30,0
April	58 737	19 816	78 553	25,2
Maj	28 404	7 809	36 213	21,6
Juni	16 218	4 646	20 864	22,3
Juli	8 735	1 203	9 938	12,1
Augusti	10 701	4 213	14 914	28,2
September	32 336	7 602	39 938	19,0
Oktober	50 501	10 009	60 510	16,5
November	68 958	12 743	81 701	15,6
December	70 970	17 110	88 080	19,4
Summa	565 114	167 155	732 269	22,8

MELLAN- OCH HÖGSTADIET

Procentuellt energiuttag kl 22.00-06.00 (nattenergi) för ventilations- och transmissionsaggregat.

Tabellen visar energiuttag för elbatteri i ventilations- och transmissionsaggregat (TA1-TA11)

Månad: Januari

	kWh H (kl 06.00-22.00)	N (kl 22.00-06.00)	Totalt (H+N)	Wh/m ² , vy, gd
1975	58 834	19 986	78 820	12,60
1976	91 113	18 943	110 056	13,40
1977	66 269	21 009	87 278	12,13
1978	88 935	24 838	113 773	15,06

Medel- värde	76 288	21 194	97 482	
-----------------	--------	--------	--------	--

22 % av den totala energin uttages mellan kl 22.00-06.00

MELLAN- OCH HÖGSTADIET

Procentuellt energiuttag kl 22.00-06.00 (nattenergi) för ventilations- och transmissionsaggregat.

Tabellen visar energiuttag för elbatteri i ventilations- och transmissionsaggregat (TA1-TA11)

Månad: Februari

	kWh H (kl 06.00-22.00)	N (kl 22.00-06.00)	Totalt (H+N)	Wh/m ² , vy, gd
1975	55 807	20 811	76 618	11,64
1976	100 835	54 112	154 947	20,79
1977	63 205	21 558	84 763	12,52
1978	76 475	28 315	104 790	13,48

Medel- värde	74 081	31 199	105 280	
-----------------	--------	--------	---------	--

29,6 % av den totala energin uttages mellan kl 22.00-06.00

MELLAN- OCH HÖGSTADIET

Procentuellt energiuttag kl 22.00-06.00 (nattenergi) för ventilations- och transmissionsaggregat.

Tabellen visar energiuttag för elbatteri i ventilations- och transmissionsaggregat (TA1-TA11)

Månad: Mars

	kWh H (kl 06.00-22.00)	N (kl 22.00-06.00)	Totalt (H+N)	Wh/m ² , vy, gd
1975	61 865	22 914	84 779	12,37
1976	103 219	58 274	161 493	20,13
1977	41 612	9 860	51 472	7,65
1978	70 043	27 395	97 438	13,66

Medel- värde	69 185	29 611	98 796	
-----------------	--------	--------	--------	--

30 % av den totala energin uttages mellan kl 22.00-06.00

MELLAN- OCH HÖGSTADIET

Procentuellt energiuttag kl 22.00-06.00 (nattenergi) för ventilations- och transmissionsaggregat.

Tabellen visar energiuttag för elbatteri i ventilations- och transmissionsaggregat (TA1-TA11)

Månad: April

	kWh H (kl 06.00-22.00)	N (kl 22.00-06.00)	Totalt (H+N)	Wh/m ² , vy, gd
1975	58 028	21 744	79 772	14,53
1976	85 997	25 466	111 463	19,44
1977	42 607	12 456	55 063	9,04
1978	48 315	19 597	67 912	12,04

Medel- värde	58 737	19 816	78 553	
-----------------	--------	--------	--------	--

25,2 % av den totala energin uttages mellan kl 22.00-06.00

MELLAN- OCH HÖGSTADIET

Procentuellt energiuttag kl 22.00-06.00 (nattenergi) för ventilations- och transmissionsaggregat.

Tabellen visar energiuttag för elbatteri i ventilations- och transmissionsaggregat (TA1-TA11)

Månad: Maj

	kWh H (kl 06.00-22.00)	N (kl 22.00-06.00)	Totalt (H+N)	Wh/m ² , vy, gd
1975	30 862	8 083	38 945	20,85
1976	41 780	7 361	49 141	17,25
1977	17 662	4 791	22 453	10,86
1978	23 310	10 999	34 309	17,81

Medel- värde	28 404	7 809	36 212	
-----------------	--------	-------	--------	--

21,6 % av den totala energin uttages mellan kl 22.00-06.00

MELLAN- OCH HÖGSTADIET

Procentuellt energiuttag kl 22.00-06.00 (nattenergi) för ventilations- och transmissionsaggregat.

Tabellen visar energiuttag för elbatteri i ventilations- och transmissionsaggregat (TA1-TA11)

Månad: Juni

	kWh H (kl 06.00-22.00)	N (kl 22.00-06.00)	Totalt (H+N)	Wh/m ² , vy, gd a)
1975	25 632	2 618	28 250	
1976	24 877	12 077	36 954	
1977	9 923	1 935	11 858	
1978	4 441	1 954	6 395	

Medel- värde	16 218	4 646	20 864	
-----------------	--------	-------	--------	--

22,3 % av den totala energin uttages mellan kl 22.00-06.00

a) gd= 0

MELLAN- OCH HÖGSTADIET

Procentuellt energiuttag kl 22.00-06.00 (nattenergi) för ventilations- och transmissionsaggregat.

Tabellen visar energiuttag för elbatteri i ventilations- och transmissionsaggregat (TA1-TA11)

Månad: Juli

	kWh H (kl 06.00-22.00)	N (kl 22.00-06.00)	Totalt (H+N)	Wh/m ² , vy, gd a)
1975	25 549	3 064	28 613	
1976	992	7	999	
1977	4 087	6	4 093	
1978	4 313	1 375	6 048	
Medel- värde	8 735	1 203	9 938	

12,1 % av den totala energin uttages mellan kl 22.00-06.00

a) gd= 0

MELLAN- OCH HÖGSTADIET

Procentuellt energiuttag kl 22.00-06.00 (nattenergi) för ventilations- och transmissionsaggregat.

Tabellen visar energiuttag för elbatteri i ventilations- och transmissionsaggregat (TA1-TA11)

Månad: Augusti

	kWh H (kl 06.00-22.00)	N (kl 22.00-06.00)	Totalt (H+N)	Wh/m ² , vy, gd a)
1975	13 794	3 563	17 357	
1976	10 772	6 664	17 436	
1977	8 565	2 281	10 846	
1978	9 674	4 344	14 018	
Medel- värde	10 701	4 213	14 914	

28,2 % av den totala energin uttages mellan kl 22.00-06.00

a) gd= 0

MELLAN- OCH HÖGSTADIET

Procentuellt energiuttag kl 22.00-06.00 (nattenergi) för ventilations- och transmissionsaggregat.

Tabellen visar energiuttag för elbatteri i ventilations- och transmissionsaggregat (TA1-TA11)

Månad: September

	kWh H (kl 06.00-22.00)	N (kl 22.00-06.00)	Totalt (H+N)	Wh/m ² , vy, gd
1975	26 463	1 882	28 345	37,94
1976	39 497	14 168	53 665	13,15
1977	30 962	2 579	33 541	11,59
1978	32 421	11 779	44 200	20,58

Medel- värde	32 336	7 602	39 938	
-----------------	--------	-------	--------	--

19,0 % av den totala energin uttages mellan kl 22.00-06.00

MELLAN- OCH HÖGSTADIET

Procentuellt energiuttag kl 22.00-06.00 (nattenergi) för ventilations- och transmissionsaggregat.

Tabellen visar energiuttag för elbatteri i ventilations- och transmissionsaggregat (TA1-TA11)

Månad: Oktober

	kWh H (kl 06.00-22.00)	N (kl 22.00-06.00)	Totalt (H+N)	Wh/m ² , vy, gd
1975	59 676	911	60 587	16,96
1976	61 509	15 017	76 526	15,68
1977	33 999	3 533	37 532	9,27
1978	46 820	20 573	67 393	15,64

Medel- värde	50 501	10 009	60 510	
-----------------	--------	--------	--------	--

16,5 % av den totala energin uttages mellan kl 22.00-06.00

ELLAN- OCH HÖGSTADIET

rocentuellt energiuttag kl 22.00-06.00 (nattenergi) för ventilations- och transmissionsaggregat.

tabellen visar energiuttag för elbatteri i ventilations- och transmissionsaggregat (TA1-TA11)

Årsperiod: November

	kWh H (kl 06.00-22.00)	N (kl 22.00-06.00)	Totalt (H+N)	Wh/m ² , vy, gd
975	78 476	5 567	84 043	14,04
976	62 931	11 863	74 794	12,76
977	71 454	13 633	85 087	14,83
978	62 969	19 910	82 879	16,94

Medel- värde	68 958	12 743	81 701	
-----------------	--------	--------	--------	--

5,6 % av den totala energin uttages mellan kl 22.00-06.00

MELLAN- OCH HÖGSTADIET

Procentuellt energiuttag kl 22.00-06.00 (nattenergi) för ventilations- och transmissionsaggregat.

Tabellen visar energiuttag för elbatteri i ventilations- och transmissionsaggregat (TA1-TA11)

Månad: December

	kWh H (kl 06.00-22.00)	N (kl 22.00-06.00)	Totalt (H+N)	Wh/m ² , vy, gd
1975	96 875	11 045	107 920	16,87
1976	72 206	21 301	93 507	11,54
1977	51 127	10 858	61 985	8,79
1978	63 679	25 237	88 916	10,16

Medel- värde	70 970	17 110	88 080	
-----------------	--------	--------	--------	--

19,4 % av den totala energin uttages mellan kl 22.00-06.00

Medelvärde av de fyra högsta effektuttagen under en sexårsperiod för respektive elbatteri i ventilations- och transmissionsaggregat.

Aggregat	Installerad effekt kW	Effektuttag Medelvärde av de fyra högsta värdena	Procentuellt utnyttjande av den installerade effekten %
TA1	71	56	79
TA2	51	36	71
TA3	71	71	100
TA4	51	36	71
TA5	61	57	93
TA6	51	47	92
TA7	71	71	100
TA8	36	29	81
TA9	36	33	92
TA10	12	12	100
TA11	12	0,5 a)	4 a)
SUMMA	523	448,5	86

Anm. a) osäkert värde

Energiuttag till elhetvattenpanna i mellan- och högstadieskolan. Energin utnyttjas till förbrukningsvarmvatten för kök, tappställen, duschar i mellan- och högstadieskolan. Från och med höstterminen 1975 levereras även förbrukningsvarmvatten till lågstadieskolan.

Energiuttaget anger tillförd energi, vilken registreras på elmätare.

Månad	Energiuttag kWh					
	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Januari	26 010	23 590	32 790	41 130	Se anm. a)	
Februari	23 070	26 470	33 540	33 550		
Mars	25 750	30 390	32 770	36 200		
April	26 040	30 240	34 440	37 090		
Maj	18 690	24 820	25 570	38 390		
Juni	15 670	6 760	23 070	10 900		
Juli	13 760	0	15 310	21 680		
Augusti	15 780	17 700	18 260	19 900		
September	20 470	31 170	30 760	32 860		
Oktober	26 440	34 550	26 130	33 400		
November	27 630	34 170	41 480	40 390		
December	28 660	23 590	22 272	22 430		
Per år	267 970	283 450	336 392	367 920	346 160	319 492

a) Några månadsavläsningar för år 1979 och 1980 har ej gjorts.

anm:

Medelvärde för energi till förbrukningsvarmvatten till låg-, mellan- och högstadiet 320 230 kWh/år.

Från drages 23 000 kWh för energi till förbrukningsvarmvatten lågstadiet, så erhålles för mellan- och högstadiet 320 230 kWh - 23 000 kWh = 297 230 kWh/år.

MELLAN- OCH HÖGSTADIET

Energiuttag för generering av varmvatten. Energiuttaget är framräknat på följande sätt.

Totalt energiuttag till varmvattengenerering lågstadie- mellan- och högstadieskolan (TAB 5:24)	320 230 kWh/år
Frändrages energi till varmvatten för lågstadieskolan	<u>23 000 "</u>
Rest energi för varmvatten till mellan- och högstadieskolan (bruttoenergi av- rundat värde)	297 000 "
Nettoenergi (mellan- och högstadiet)	<u>129 000 "</u>
Strålningsvärme	168 000 kWh/år

Nettoenergi till mellan- och högstadieskolan beräknas på grundval av utredningen om Sannarpsskolan, Halmstad (Statens Råd för Byggnadsforskning D559)

Dusch och tvättning (tappställen) ca 800 elever x 3 ggr/vecka x 0,43 kWh/elev x 37 veckor	38 150 kWh
Disk hemkunskap 330 elever/vecka x 0,3 kWh/disk x 37 veckor	3 663 "
För städning och mindre diskhantering säg	15 000 "
Köksdisk 1 215 portioner (låg- mellan- och högstadiet) dagligen 0,3 kWh/portion x 180 dagar	65 610 "
Kvällstid 400 personer för dusch, tvättning/vecka x 0,43 kWh/person x 37 veckor	<u>6 364 "</u>
	128 817 kWh

Säg 129 000 kWh/år

Räknas nettoenergin endast på elevantalet i mellan- och högstadiet erhålles ca

$$\frac{100\ 000\ \text{kWh/år}}{800\ \text{elever}} = 125\ \text{kWh/elev, år}$$

Strålningsvärmens utslaget på den totalt tillförda energin utgör $\frac{168\ 000}{320\ 230} = 0,52$ (52 %).

Bruttoenergin (W_b) kan för 800 elever tecknas

125 kWh/elev, år + $W_b \cdot 0,52 = W_b$ vilket ger

$$W_b = 260 \quad \text{det vill säga strålningsvärmens blir} \\ 260 - 125 = 135\ \text{kWh/elev, år.}$$

Procentuellt uttag av nattenergi mellan kl 22.00-06.00 till förbrukningsvarmvatten.

Procentuella belopp av energiuttag enligt tabell.

Månad	%					
	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Januari	100,0	100,0	99,9	100,0	Se anm. a)	
Februari	37,0	99,9	99,9	100,0		
Mars	82,0	100,0	99,9	100,0		
April	100,0	99,9	100,0	100,0		
Maj	100,0	100,0	100,0	100,0		
Juni	99,9	100,0	100,0	99,8		
Juli	99,9	0	99,8	100,0		
Augusti	100,0	99,9	99,9	100,0		
September	100,0	99,9	100,0	100,0		
Oktober	99,9	99,9	99,9	100,0		
November	100,0	99,9	99,9	100,0		
December	100,0	100,0	98,4	100,0		
TOTALT	92,9	99,9	99,9	100,0	99,3	96,0

a) Några månadsavläsningar för 1979 och 1980 har ej gjorts.

Maximalt effektuttag per månad för generering av varmvatten.

Tabellen visar högsta mätvärden under tiden 15 min.

Månad	kW					
	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Januari	324	259	205	226	Se anm. a)	
Februari	230	245	194	225		
Mars	307	248	170	200		
April	304	422	228	215		
Maj	294	235	268	208		
Juni	218	0	180	202		
Juli	212	0	151	210		
Augusti	212	180	149	202		
September	205	184	174	200		
Oktober	205	180	174	192		
November	205	176	150	190		
December	264	205	354	190		

a) Några månadsavläsningar för 1979 och 1980 har ej gjorts.

Energiuttag för kylaggregat

För registrering av hur många timmar som aggregaten varit inkopplade insattes tidmätare för respektive aggregat.

Vid framräkning av energiuttaget för kyla bedöms att i huvudsak endast det första effektsteget blivit inkopplat.

Aggregat	Effekt- steg kW	kWh 1975	1976	1977-1978	S:a kWh
TA1	3x15	11 875	3 045	11 940	28 860
TA2	2x12	6 229	9 060	11 352	26 641
TA3	2x12	6 731	4 596	9 240	20 567
TA4	2x12	23 360	11 940	16 344	51 644
TA5	2x12	14 238	14 808	10 404	39 450
TA6	2x12	19 641	19 884	36 288	75 813
TA7	2x12	12 890	8 496	3 000	24 386
S:a kWh		94 964	71 829	98 568	265 361

Medelförbrukning per år 66 340 kWh (Se anm 3). Inkopplingstid
medelvärde $\frac{66\ 340\ \text{kWh}}{87\ \text{kW}} = 762\ \text{h (tim)}$.

anm.

1. 1975 års värden har baserats på värden från perioden 7 oktober 1974 - 14 januari 1976.
2. Beräkning av energiuttag för TA8 och TA9 (värmepumpar för värme och kyla till sporthall). Effekten totalt 23 kW har varit inkopplad såg 762 tim x 23 kW ger ca 17 000 kWh.
3. Inklusive aggregat för sporthall (TA8 och TA9) såg 80 000 kWh/år.

6.1 Allmänt

En redovisning av en anläggnings energi- och effektuttag och där särskild vikt lägges på uppvärmningen bör följas upp av en undersökning av hur personer i byggnaden upplever värmen, luften, buller etc.

En relativt omfattande undersökning på följande miljöfaktorer har därför utförts nämligen

- rumstemperaturer
- lufthygien
- ljudklimat

6.2 Luft- och värmekomfort

6.2.1 Rumstemperaturen

De synpunkter som framkommit om rumstemperaturen tyder på att denna är nöjaktig.

Endast i några fall framfördes synpunkter på ojämna temperaturer.

Då förlängd nattsänkning tillämpades - driftförhållande enligt TAB 4:3 - framfördes uppgifter om låga rumstemperaturer under de första morgontimmarna. Av TAB 6:1 framgår exempel på mätningar utförda under januari månad 1979 dels i slutet av jullov dels sedan skolan börjat vårterminen.

6.2.2 Lufthygien och ljudklimat

De uppmätta TILL- och FRÅNLUFTSFLÖDENA är utom för två aggregat tillfredsställande. Dessa två aggregat har högre frånluftsflöde än tilluftsflöde varför drag uppstod. Då frånluftsmängderna för byggnaden totalt är högre än tilluftsmängderna så sugs luft okontrollerat in genom öppna dörrar och otätheter i byggnaden. Flera klagomål på drag inom vissa regioner på skolan har därför noterats. Av TAB 6:2 framgår föreskrivna och uppmätta värden på ventilations- och transmissionsflöden.

Intag av uteluftmängd har varierats beroende av utetemperaturen. Synpunkter har framkommit om dålig luft inom skolan speciellt på eftermiddagarna. Av TAB 6:3 framgår reduceringarna av uteluftmängderna. Anläggningen är projekterad då Svensk Byggnorm 1967 gällde. Normen medgav en reducering av uteluftmängden under mycket kalla dagar. Av TAB 6:4 framgår som exempel beräkningar om godtagen uteluftmängd på ett aggregat.

Utöver att för högt frånluftsflöde kan medverka till att öka problem med DRAG så kan även lufthastigheten bidra till detta. Uppmätta lufthastigheter visar utom i två fall värden som är lägre än 0,20 m/s. Detta värde betraktas normalt som tillåtet maximumvärde. Enligt undersökningar framkom inte i något ämnesrum värden som översteg 0,20 m/s. Högsta lufthastigheten i dessa rum har uppmätts vid fönster och vid tilluftsdon. De vanligaste förekommande värdena på lufthastigheten är mellan 0,10-0,15 m/s. Mätningarna företogs vid en utetemperatur av +3°C.

Det som har varit minst accepterat av de som arbetar inom skolan då det gäller ventilations- och transmissionsaggregatens funktion förefaller vara LJUDNIVÅERNA. I flera fall har ljudnivåer över det tillåtna värdet 40 dBA uppmätts. I de allra flesta fall har ljudnivån kunnat sänkas genom att fläktarnas totalluftflöde har reducerats. Av TAB 6:5 framgår stickprov på uppmätta ljudnivåer före och efter justering.

TAB 6:1

Rumstemperaturen mellan- och högstadieskolan.

Rum nr	Aggre- gat	Torsdag 08.00 C	79-01-04 13.00 C	Söndag 11.00 C	Måndag 08.00 C	79-01-08 13.00 C	Onsdag 08.00 C	79-01-10 13.00 C	Freddag 08.00 C	79-01-12 13.00 C
Utetemp		-14,0	-10,1	-5,1	+0	+0,8	-2,0	+0	-2,0	-0,5
G 205	TA3	20,0	20,0	20,0	20,3	20,4	19,1	21,2	19,8	21,6
G 214	"	20,3	20,5	19,9	20,2	20,8	20,2	21,1	20,4	21,4
G 216	"	18,3	19,1	20,2	18,9	20,3	19,7	20,4	19,3	21,2
G 217	"	20,4	21,4	20,0	20,7	21,2	21,6	21,4	21,5	22,2
G 218	"	20,2	20,9	18,7	19,1	21,0	21,0	21,2	20,8	21,6
G 219	"	19,0	20,1	18,1	18,9	21,0	20,6	20,8	20,5	21,5
G 220	"	19,6	20,3	19,0	19,1	20,8	20,7	21,3	20,4	21,3

Ventilationsflöden mellan- och högstadieskolan

Aggregat	Uppmätt flöde m ³ /h tilluft	Föreskrivet flöde m ³ /h tilluft
TA1	25 000	23 670
TA2	19 000	16 100
TA3	19 500	15 750
TA4	11 500	11 200
TA5	14 000	15 630
TA6	16 600	16 300
TA7	17 200	13 800

Beräknade luftflöden vid olika utetemperaturer. Data angiven av aggregatleverantör.

Aggre- gat	Tilluftsmängd m^3/h	Uteluftsmängd (m^3/h) vid					
		-15°C	-10°C	-5°C	+0°C	+5°C	+10°C
		23%	26%	30%	40%	55%	68%
TA1	25 500	5 860	6 630	7 650	10 200	14 000	17 700
TA2	17 000	3 910	4 420	5 100	6 800	9 350	11 580
TA3	16 500	3 800	4 290	4 950	6 600	9 075	11 200
TA4	11 800	2 700	3 070	3 540	4 720	6 490	8 000
TA5	16 500	3 800	4 290	4 950	6 600	9 074	11 200
TA6	17 000	3 910	4 420	5 100	6 800	9 350	11 580
TA7	14 500	3 340	3 770	4 350	5 800	7 975	9 860

Beräkning av godtagen uteluftmängd från ett aggregat (exempel).

Förutsättning:

Aggregatet betjänar 12 salar vardera med ca 28 elever.

Antalet personer blir: $12 \times 28 = 336$

Golvytan aggregatet betjänar är $1\,023\text{ m}^2$.

Vid en takhöjd av 2,9 m fås totala volymen: $2,9 \times 1\,023 = 2\,966\text{ m}^3$.

Luftvolymen per person är: $2\,966/336 = 8,8\text{ m}^3$.

Enligt fig 36.22 i SBN 1975 blir erforderlig luftmängd per person 4,0 l/s.

Godtagen uteluftmängd blir: $4 \times 336 = 1\,344\text{ l/s} = 4\,840\text{ m}^3/\text{h}$

Jämföres detta värde med tidigare tabellvärde framgår att godtagen uteluftsmängd uppfylles när utetemperaturen överstiger ca -7°C . I medeltal understiger utetemperaturen i Halmstad -7°C 400 timmar per år.

Anm.

Anläggningen är dimensionerad enligt SBN 67 som i stort sett har samma krav på uteluftsmängd som SBN 75 men med tillägget att maximalt värmeeffektbehov för ventilationen beräknas på en i lämlig omfattning tillfällig minskad ventilation under mycket kalla dagar.

Justering av ljudnivån förorsakade av ventilationsaggregat.

Följande exempel kan angivas.

I de lokaler där personalen anmärker på hög ljudnivå är tillluftsdonets luftflöde i allmänhet större än föreskrivet. Som första åtgärd har injustering av tilluftsflödet skett.

På detta sätt har ljudnivån i de flesta fall kunnat sänkas till värden under 40 dB(a).

Lokal	Plats	Ljudnivåer	
C205	vid katedern	37	dB(a)
	1 m under tilluftsdon	38	"
	1 m under frånluftsdon	40	"
C218	vid katedern	39,5	"
	1 m under tilluftsdon	41	"
	1 m under frånluftsdon	41	"
F202	vid katedern	39	"
	1 m under tilluftsdon	42	"
	1 m under frånluftsdon	42	"
F217	vid katedern	39	"
	1 m under tilluftsdon	41	"
	1 m under frånluftsdon	42	"
B203	vid tilluftsdon	38	" (tidigare 41)
	vid katedern	39	" (tidigare 43)
B204		38	" (tidigare 44)
B200		37	" (tidigare 43)

7.1 Generell översyn

För att en värmeanläggning av Vallåsskolans storlek skall fungera på ett tillfredsställande sätt erfordras att kontinuerliga kontroller utföres på denna. Följande kontroller och underhåll utföres.

Kontroll av felindikering	1 gång per dag
Kontroll av ventilation	1 gång per månad
- Bl a tvättas eller bytes filter, kilremmar överses, kontroll att spjällen fungerar	
Värmepanelernas styrning kontrolleras	1 gång per månad
Termostaternas börvärde kontrolleras	1 gång per månad
Funktionskontroll av varmvattensystem	1 gång per vecka
Kontroll av ångpanna	1 gång per vecka
Undersökning av ackumulator	vart 5:e år

Översynen utföres av kommunens fastighetskontor. Tiden för kontroll inklusive reparationsarbeten beräknas överslagsmässigt uppgå till 40 timmar/månad.

7.2 Driftsäkerhet

Mekaniska fel har förekommit på aggregaten. Aggregaten är av utländskt fabrikat och leveranstiden för reservdelar har i bland varit relativt lång.

De synpunkter som framkommit tyder på att under ett långt inkörningsskede var driftsäkerheten knappast tillfredsställande.

8.1 Allmänt

I projektets uppdrag ingår att undersöka energi- och effektuttag för elvärme samt temperatur- och luftkomfort.

Avsnitt 5 Resultatredovisningen innehåller uppgifter om energi- och effektuttag dels för skolan totalt dels för de olika delbelastningarna.

Avsnitt 6 Inneklimatmätningar ger en orientering om temperatur- och luftkomfort dels i form av synpunkter från elever och personal dels från utförda mätningar.

Utöver detta bör en analys och utvärdering göras. Det tillkommer var och en som studerar de olika avsnitten i rapporten att med hänsyn till de redovisade beloppen etc göra sina egna reflektioner. Som hjälp till dessa noteras här några utvärderingar som gäller skolans tillförda energi för uppvärmning och varmvattengenerering.

8.2 Analys av energi till elvärmen

8.2.1 Uppvärmning

En analys av energi till uppvärmning erhålles bäst genom studie av TAB 5:11.

För att åskådliggöra de numeriska värdenas spridning insättes dessa i en skalfigur (FIG 8:1).

De punktmarkerade värdena för VÄRMEPANELERNA visar en jämn spridning omkring medelvärde 1,40 Wh/m² vy, gd. Standardavvikelsen 0,57 ger intervallet (1,40±0,57) resp (1,40-0,57) eller 1,97-0,83. Det är endast första driftårets värde 0,73 som med ca 13 % ligger utanför intervallets lägsta värde. Förklaringen till detta är att under en period under första driftåret var börvärdet på utetermostaten som styrde vissa värmepaneler lägre än som det senare injusterades till +18°C (se avsnitt 4.2.1).

De kryssmarkerade värdena för VENTILATIONS- och TRANSMISSIONS-AGGREGATEN visar ett sammanhållande fält exklusive ett värde på 11,19 Wh/m² vy, gd. Standardavvikelsen anger intervallet 17,98-12,98. Det högsta värdet 18,23 avviker från intervallets högsta värde men endast med 1,4 %. Detta får anses vara godtagbart. Däremot är avsteget 11,19 från intervallets lägsta värde 16,0 % vilket ur statistisk synpunkt kan betraktas som avsevärd avvikelse.

Studerars energiuttaget för varje enskilt aggregat under det år då det låga energiuttag registrerades så är tendensen den att samtliga aggregat hade ett förhållandevis lågt uttag. Det är således inte något eller några stycken aggregat som hade ett lågt energiuttag utan samma tendens finns hos alla exklusive värmepumpsaggregaten.

En orsak kan vara att graddagtalet, som oftast är ett bra hjälpmedel vid analys av energiuttag för uppvärmning, detta år varit mindre relevant. Det vill säga att inslag av solvärme och vindförhållanden har påverkat de yttre klimatförhållandena så mycket att graddagtalet under detta år ej blivit ett

tillräckligt bra instrument vid bedömning av energiuttag för uppvärmningsbehov. Mot detta antagandet talar bland annat det redovisade energiuttaget för värmepanelerna där 1977 års energiuttag väl följer de övriga driftårens uttag.

Det låga energibehovet får förmodligen i stället sättas i samband med att behovet av energi för uppvärmning av den luftburna värmen har varit mindre under detta år beroende av aggregatens injustering av luftbehandlingen.

Efter det låga energiuttaget 1977 injusterades och styrdes aggregaten över till längre period av NATTSÄNKNING (se TAB 4:3) eller bättre uttryckt till längre PERIODVIS SÄNKNING av rumstemperatur och längre intervall av recirkulation av ventilationsluften. För att undersöka om denna omjustering av aggregaten hade någon verkan ur energihushållningssynpunkt skall det aktuella driftåret 1978 jämföras med de år då luftbehandlingen var identisk för aggregaten som för år 1978 men då tiden för nattsänkningen var enligt TAB 4:1. Driftåret 1978 skall således jämföras med driftåren 1975, 1976, 1979 och 1980. Medelvärdet av dessa fyra års energiuttag var $16,80 \text{ Wh/m}^2 \text{ vy, gd}$. Året med den utsträckt nattsänkningen hade energiuttaget $14,49 \text{ Wh/m}^2 \text{ vy, gd}$. Differensen är $16,80 - 14,49 = 2,31 \text{ Wh/m}^2 \text{ vy, gd}$. Den ökade nattsänkningen har reducerat energiuttaget ca 14 %. Med hänsyn till att den ökade nattsänkningen reducerade värmekomforten pågick denna nattsänkning endast under år 1978. För att vara någorlunda säker på hur driftförändringar påverkar energiuttaget bör dessa pågå under åtminstone två år. Det redovisade resultatet i TAB 5:11 visar dock en indikering på hur en förändring av driftförhållanden kan förändra energi behovet.

Vid studie av kolumnen KOMPRESSOR I VÄRMEPUMP ser vi från 1975 till 1980 ett avtagande av energiuttaget. Intervallet för energiuttaget under de sex åren är $(0,47+0,12)$ respektive $(0,47 - 0,12)$ vilket ger intervallet $0,59 - 0,35 \text{ Wh/m}^2 \text{ vy, gd}$. I stort sett klarar de fem första driftåren detta intervall. Visserligen avviker första driftåret med 3,3 % från det högsta värdet i intervallet men det kan inte anses vara någon uppseendeväckande stor avvikelse. Ser vi däremot på driftåret 1980 så är avvikelsen från intervallets lägsta värde hela 20,7 % lägre. I FIG 8:1 är energiuttagen för kompressorerna angivna med ringar.

Effektiviteten på värmepumparnas funktion under drifttiden har avtagit för att under 1980 kunna klassificeras ej godtagbart. Högre energiuttag för värmepumparnas kompressorer ger lägre energiuttag för värmepumparnas elbatterier och vice versa. Värmepumparnas elbatteri ingår i energiuttaget redovisat i kolumnen "elbatteri i aggregat".

Studeras den tillförda energin till de båda VÄRMEPUMPARNÄ, en för vardera gymnastiksal i sporthallen, så erhålles följande belopp i kWh.

Belastning i värme- pump/driftår	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Kompressor	27 413	31 127	24 571	21 202	22 620	15 192
Elbatteri	11 914	28 630	15 606	28 149	42 772	39 533
Summa	39 327	59 757	40 177	49 351	65 392	54 725

relativt energi- uttag för elbat- teri i förhållande till summa	30,3	47,9	38,8	57,0	65,4	72,2
--	------	------	------	------	------	------

Speciellt under de tre sista driftåren har elbatterierna in-
kopplats ofta. Detta avspeglar sig också tydligt i kolumn
"Kompressor i värmepump". Där kompressorernas lägre energi-
uttag hänvisar till att elbatterierna övertagit rollen som
värmare.

Elbatterierna skall inkopplas då värmepumpen genom att ta vär-
men från uteluften inte klarar värmebehovet. När uteluften har
låga temperaturer är det naturligt att hjälp erfordras från
tillsatsvärmen elbatterier. TAB 5:11 som tagit hänsyn till
graddagtalet visar att värdet för 1980 på kompressorernas
energiuttag är exceptionellt lågt. Verkningsgraden från vär-
mepumparna har gradvist försämrats.

Det kan trots detta vara av intresse att JÄMFÖRA energiuttaget
från ventilations- och transmissionsaggregaten inklusive deras
kompletteringsvärme värmepanelerna med energiuttaget från vär-
mepumparna. Följande medelvärde erhålles från de sex driftåren.

Energiuttag för uppvärmning av sporthall	(Värmepump kompressor+ elbatteri)	5 kWh/m ³
--	---	----------------------

Energiuttag för uppvärmning av övriga lokaler	(Ventilations- och transmissionsaggre- gat + värmepaneler)	27 kWh/m ³
---	--	-----------------------

De specifika värdena har angivits i m³ då sporthallen har en
takhöjd vars medelvärde är ca 8 m och övriga lokaler har ett
medelvärde på ca 3 m.

Beloppen visar att övriga lokaler har ett energiuttag från de
objekt som primärt är installerade för att uppvärma skolan som
är över fem gånger högre än det energiuttag som värmepumparna
behöver för att värma upp sporthallen. Följande resonemang vid
jämförelsen bör dock göras.

Hur är det med tillskottsvärmen - basvärmen i de lokaler som
jämföres -

- person- och solvärme, värme från kraft och belysning;
strålningsvärmen från varmvattensystem?

PERSONVÄRMEN för "övriga lokaler" kan tecknas $750 \text{ elever} \times 180 \text{ dagar} \times 8 \text{ timmar} \times 0,1 \text{ kW} = 108\,000 \text{ kWh/år}$. Detta ger utslaget per m^3 för "övriga lokaler" exklusive matsal (i stort sett ämnesrum, expeditiionslokaler samt bibliotek) $\frac{108\,000 \text{ kWh}}{9\,794 \text{ m}^3} \text{ ca } 4 \text{ kWh/m}^3$, år.

För sporthallen blir personvärmerna ca 2 kWh/m^3 beräknat på samma sätt men med högre värmeavgivning per person - $0,2 \text{ kW}$ i sporthallen i stället för $0,1 \text{ kW}$ som i ämnesrummet. Det förutsättes att den fysiska aktiviteten är dubbelt så hög i sporthallen. Personvärmerna är således per m^3 högre för "övriga lokaler" än för sporthallen.

Den basvärme som lokalerna erhåller från BELYSNINGEN (LJUSVÄRMEN) kan lätt erhållas genom den installerade effekten (= i detta fall den utnyttjade effekten). För ämnesrummen är 2^3 -rörs-lysrörarmaturer installerade. Detta motsvarar ca 25 W/m^2 . Oftast har det ena lysröret kopplats ifrån² och den installerade effekt som användes är således ca 17 W/m^2 . Detta belopp får beaktas som ett medelvärde för "övriga lokaler".

För sporthallen är den totalt installerade belysningseffekten $16,2 \text{ kW}$. Sporthallen användes i stor utsträckning även på kvällarna. Följande energiuttag erhålles under eldningsperioderna.

"Övriga lokaler": $10 \text{ timmar/dag} \times 180 \text{ dagar} \times 0,017 \text{ kW/m}^2 \times 10\,474 \text{ m}^2 = 320\,500 \text{ kWh/år}$

Sporthallen: $14 \text{ timmar/dag} \times 180 \text{ dagar} \times 16,2 \text{ kW} = 40\,820 \text{ kWh/år}$

De specifika värdena blir följande:

"Övriga lokaler" $\frac{320\,500}{31\,422} \text{ ca } 10 \text{ kWh/m}^3$, år

Sporthallen $\frac{40\,820}{9\,584} \text{ ca } 4 \text{ kWh/m}^3$, år

STRÅLNINGSVÄRMEN från vattensystemet uppgår till under eldningsperioden ca $115\,000 \text{ kWh}$. Det rum där ackumulatören finns ligger under en av gymnastiksalarna. Det kan därför antagas att en stor del av strålningsvärmerna kommer denna gymnastiksal till del. Så är det förmodligen också. Men en stor del av strålningsvärmerna transporteras bort genom fläktar till ett närbeläget omklädningsrum. Överskottsvärmen och därmed temperaturen i ackumulatorrummet blir inte så hög. Det kan därför på goda grunder sägas att mycket av ackumulatorns strålningsvärme ventileras bort. Överslagsmässigt kan därför sägas att strålningsvärmerna fördelar sig ganska jämnt på "övriga lokaler" och på sporthallen.

De tekniska värmefaktorerna skiljer sig något och följande belopp skall Sporthallens specifika energiuttag justeras med för att bli ekvivalent med "övriga lokaler". (Jämförelsetal enligt FERA:s Elvärmegrupp utredning A3).

Ventilationsgrad $+ 5,0 \text{ Wh/m}^2 \text{ vy, gd}$

Isoleringsgrad

- yttervägg $+ 0,3 \text{ Wh/m}^2 \text{ vy, gd}$

- tak $+ 1,3 \text{ Wh/m}^2 \text{ vy, gd}$

Fönsterytor + 7,0 Wh/m² vy, gd

Rumstemperatur Temperaturen är 3 grader lägre i sporthallen än i "övriga lokaler". Justering sker genom omräkning av de specifika värdena med hänsyn till graddagtalet.

Sporthallens specifika energiuttag uttryckt i Wh/m² vy, gd är 11,80.

Efter ovanstående korrigerering erhålles 25,40 Wh/m² vy, gd. Vilket utgör 3,18 Wh/m³ gd eller 14 kWh/m³, år.

"Övriga lokalers" specifika energiuttag uttryckt i Wh/m³ gd är 6,12.

Vid beaktandet av personvärmen och ljusvärmen erhöles att "övriga lokaler" har högre tillskott med $(10+4)-(2+4) = 8$ kWh/m³, år än sporthallen. Detta motsvarar 1,85 Wh/m³, gd.

För att få jämförande belopp med Sporthallen adderas "övriga lokaler" med det högre tillskottet av värme det vill säga "övriga lokaler" får som belopp $6,12+1,85 = 8,07$ Wh/m³ gd. Detta skall jämföras med det korrigerade värdet för sporthallen 3,18 Wh/m³ gd.

Beräkningen visar att värmepumparna medverkar till att energimängden minskar med ca 60 %.

Om den tillförda personvärmen ej medräknas utan beräkningen endast redovisar hur mycket den tillförda elenergin reduceras genom värmepumpen i förhållande till ventilations- och transmissionsaggregat inklusive värmepaneler blir beloppet ca 58 %.

Värmepumpen reducerar det erforderliga energiuttaget mer än halva beloppet trots att värmepumpsaggregaten under de senaste åren gått med lägre effektivitet.

8.2.2 Varmvatten

Av TAB 5:27 framgår att energiuttaget för generering av förbrukningsvarmvatten uppgår till 297 000 kWh/år. Av detta energiuttag är det 168 000 kWh/år som åtgår för strålningsvärme eller 56 %.

Utförda mätningar visar (Utredning om Sannaþsskolan Halmstad, BFR D559 sid 66) att en ackumulator på 60 m³ och en elhetvattpanna med maxeffekten 375 kW ger genom läckage av värme från ackumulator, pumpar, ventiler etc en strålningsvärme som utgör ca 56 % av den till förbrukningsvarmvatten tillförda energin.

Denna typ av basvärme är inte önskvärd utan skall begränsas i så stor utsträckning som möjligt. Över huvud taget är all basvärme från primära värmeobjekt - värmekällor som skall täcka transmissions- och ventilationsbehov eller som genererar varmvatten - inte önskvärda. Detta till skillnad från basvärme från andra objekt som belysning, hushållsapparater etc vilka ger värme som erhålles till skänks då dessa objekt användes.

Strålningsvärmerna från varmvattensystemet går inte helt förlo-
rad. Denna värme överföres till största delen till byggnaden.
Nackdelen med denna värme är att den är okontrollerad. Men den
hjälp till med uppvärmningen av byggnaden. Uppskattningsvis
överföres under eldningssäsong följande belopp till byggnads-
kroppen.

Total strålningsvärme per läsår	168 000 kWh
avgår spillvärme under juni, juli, augusti samt halva maj och septem- ber månad (13 300x4) kWh	<u>53 200 "-</u>
	114 800 kWh

Under eldningssäsong överföres således ca 115 000 kWh till
byggnadskroppen. Denna överförda energi bidrager till att
reducera energiuttaget från den reglerbara elvärmerna. Det
är dock alltför optimistiskt att tro att reduceringen av
den reglerbara elvärmerna sker med motsvarande belopp som
basvärmerna utgör. Istället uppstår det förhållandet att till
varmvattensystemen tillhörande och närliggande lokaler får
för hög värme. Försök görs därför att genom fläktar styra
denna överskottsvärme till skåp i omklädningsrum.

Man bör tillse att stora varmvattensystem avstänges om de
inte användes under långa perioder. Mindre kvantiteter av
varmvatten till exempel för städning, handtvätt etc borde
under avstängningsperioder kunna erhållas från vattenvärma-
re med mindre volym på 200 à 300 l.

För att reducera strålningsvärmerna borde det undersökas om
inte mindre enheter av vattenvärmare vore effektivare än
centraliserad vattenvärmning.

Spillvärme eller strålningsvärme erhålles givetvis även i-
från mindre enheter. Men genom en decentralisering av varm-
vattensystemet så bör man rimligen ha större möjligheter att
begränsa strålningsvärmerna genom det decentraliserade systemets
flexibilitet.

Målsättningen vid projektering av varmvattensystem bör vara

- hög ackumuleringsrad
- låg spillvärme

Dessa två punkter bör inte vara oförenliga även om hänsyn
tages till kapitaltjänstkostnader.

8.3 Beräkning av den tillförda elenergi som används för uppvärmning.

Energiuttag för objekt vilka primärt är installerade för att uppvärma skolan är $76 \text{ kWh/m}^2 \text{ vy, år}$ eller med hänsyn till graddagtalet $17,35 \text{ Wh/m}^2 \text{ vy, gd}$.

Energiuttaget för kraft och belysning är relativt högt eller $91 \text{ kWh/m}^2 \text{ vy, år}$. Den största delen av denna energi hjälper till att värma skolan. Dock inte all. För de objekt som är installerade utanför byggnadskroppen exempelvis fläktutrustning på taket eller yttre belysning tillgodogöres den utvecklade värmen byggnaden inte alls eller i ringa omfattning.

Energi till fläktarna som i stor utsträckning är monterade i takaggregat utgör ca $360\,000 \text{ kWh/år}$ (avsnitt 5.5.1) eller 34 % av den totala energin till kraft och belysning. Säg att utav den totala energin till kraft och belysning är det ca 70 % som kan utnyttjas som värme för skolan. Således blir beloppet som tillföres byggnaden som uppvärmning $1\,060\,000 \text{ kWh} \times 0,7 = 742\,000 \text{ kWh}$ eller $64 \text{ kWh/m}^2 \text{ vy, år}$ eller $14,69 \text{ Wh/m}^2 \text{ vy, gd}$.

Den strålningsvärmen som erhålles från varmvattenssystemet antages hjälpa till att värma upp skolan. Beloppet $115\,000 \text{ kWh/år}$ blir som specifikt värde uttryckt i våningsyta och graddagtal $2,27 \text{ Wh/m}^2 \text{ vy, gd}$.

Den energi som tillföres och vilken kan utnyttjas till uppvärmning av skolan blir

tillförd energi från objekt primärt installerade för uppvärmning av skolan	$17,35 \text{ Wh/m}^2 \text{ vy, gd}$
tillskottsvärme från kraft och belysning	$14,69 \text{ Wh/m}^2 \text{ vy, gd}$
strålningsvärme från varmvattenssystem	<u>$2,27 \text{ Wh/m}^2 \text{ vy, gd}$</u>
SUMMA	$34,31 \text{ Wh/m}^2 \text{ vy, gd}$

Det kan vara av intresse att jämföra detta belopp med motsvarande belopp från en annan större skola med eluppvärmning, Sannarpsskolan Halmstad (BFR D559). Som uppvärmning har Sannarpsskolan luftburen värme med regenerativa värmeväxlare. Dessutom förekommer i stor omfattning värmepaneler samt i mindre omfattning vattenburen värme.

Varmvattenssystemet är detsamma för båda skolorna. Sannarpsskolan har dock två system.

Tillskottsvärmen från kraft och belysning inom Sannarpsskolan beräknas tillvaratagas något bättre än motsvarande tillskottsvärme inom Vallåsskolan. Säg att för Sannarpsskolan gäller att 80 % av energin till kraft och belysning tillföres byggnaden som värme. (Sannarpsskolan har inga takaggregat).

Därmed erhålles att den energi som tillföres och vilken kan utnyttjas som uppvärmning av Sannarpsskolan beräknas vara $36,65 \text{ Wh/m}^2 \text{ vy, gd}$.

Vallåsskolans energiuttag är $2,34 \text{ Wh/m}^2 \text{ vy, gd}$ lägre än Sannarps-

skolan eller 6,8 %.

Beloppen har baserats på fyra års resultatredovisning från Sannarpsskolan respektive sex år från Vallåsskolan. De yttre förhållandena vind och sol utslaget per år antages ur energisynpunkt ha samma påverkan för respektive skola.

Ventilations- och transmissionssystemen är olika men ventilationsgraden för de båda skolorna är i stort sett densamma. Däremot finns det andra olikheter som påverkar energiuttaget för uppvärmning och vilka bör beaktas.

Personvärmern är högre för Vallåsskolan än för Sannarpsskolan. Differensen är $0,47 \text{ Wh/m}^2 \text{ vy, gd}$.

De byggnadstekniska data skiljer också.

Sannarpsskolan har en mera utspridd byggnadskropp, något sämre isolationsgrad och relativt sett större fönsterytor än Vallåsskolan. Sammantaget blir med hänsyn till byggnadsätt och byggnadskonstruktion Sannarpsskolans värmebehov högre än Vallåsskolans.

Med ledning av korrektionstermer (jämförelsetal) erhålles approximativt att Sannarpsskolans belopp med hänsyn till byggnadsdata skall justeras i förhållande till Vallåsskolan med

- $0,5 \text{ Wh/m}^2 \text{ vy, gd}$ (utspridd byggnadskropp)

- $0,7 \text{ Wh/m}^2 \text{ vy, gd}$ (sämre isoleringsgrad)

- $2,0 \text{ Wh/m}^2 \text{ vy, gd}$ (större fönsterytor)

eller med $3,2 \text{ Wh/m}^2 \text{ vy, gd}$

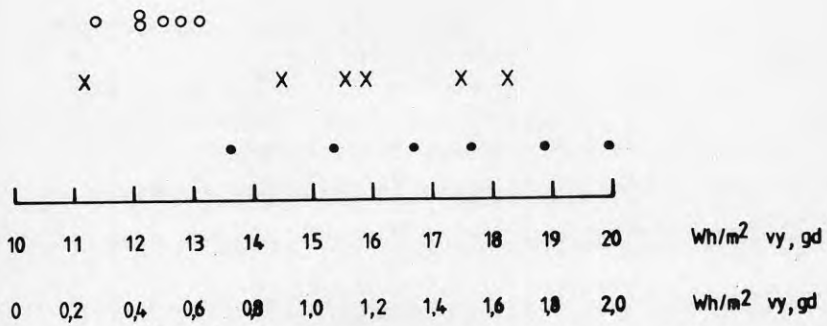
Justeras framräknade värden för Sannarpsskolan med hänsyn till nämnda olikheter blir de jämförande specifika beloppen nu följande

Vallåsskolan $34,31 \text{ Wh/m}^2 \text{ vy, gd}$

Sannarpsskolan $32,98 \text{ Wh/m}^2 \text{ vy, gd}$

Då hänsyn tages till tillskott från personvärme samt byggnadsform och byggnadskonstruktion blir Sannarpsskolans energiuttag för uppvärmning $1,33 \text{ Wh/m}^2 \text{ vy, gd}$ eller ca 4,0 % lägre än Vallåsskolans framräknade värden.

Skalfigur som visar specifikt energiuttag för värmepaneler, elbatteri i aggregat samt kompressor i värmepump.
(Underlag TAB 5:11)



- Energiuttag för värmepaneler
- X "- elbatterier
- o "- kompressorer

- TAB 2:1 Statistikmätare
- TAB 2:2 Graddagtal
- TAB 3:1 Byggdata
- TAB 3:2 Data över aggregat, värmepumpar, värmepaneler
- TAB 3:3 Ventilationsdata
- TAB 4:1 Reglering av transmission- och ventilationsaggregaten period A
- TAB 4:2 Antal personer i skolan; utnyttjningsgrad
- TAB 4:3 Reglering av transmission- och ventilationsaggregat period B
- TAB 5:1 Totala energiuttaget
- TAB 5:2 Energiuttag under nattetid (kl 22.00-06.00)
- TAB 5:3 Delbelastningarnas procentuella energiuttag av totalt
- TAB 5:4 Totalt installerade effekter
- TAB 5:5 Högst uttagen kvarttimmesuttag (P1/4)
- TAB 5:6 Maximalt effektuttag per månad för låg- mellan- och högsta-
dieskolan
- TAB 5:7 Maximalt effektuttag per månad för lågstadieskolan
- TAB 5:8 Maximalt effektuttag per månad dels för P₁-effekt dels för
P₆-effekt
- TAB 5:9 Totalt energiuttag per månad för aggregat, värmepumpar, vär-
mepaneler
- TAB 5:10 Totalt energiuttag per år för aggregat, värmepumpar, värme-
paneler
- TAB 5:11 Totalt energiuttag per år för aggregat, värmepumpar, värme-
paneler uttryckt i Wh/m² vy gd samt standardavvikelser
- TAB 5:12 Aggregatens (elbatteriers) energittag av nattenergi
- TAB 5:13 Aggregatens (elbatteriers) energiuttag per år redovisat
24 månad för månad
- TAB 5:25 Högsta effektuttaget för aggregatens elbatteri
- TAB 5:26 Energiuttag för generering av förbrukningsvarmvatten
- TAB 5:27 Uppdelning av energiuttag för generering av förbruknings-
varmvatten
- TAB 5:28 Procentuellt uttag av nattenergi till förbrukningsvarmvatten
- TAB 5:29 Maximalt effektuttag per månad för generering av förbruknings-
varmvatten
- TAB 5:30 Energiuttag för kylaggregat
- TAB 6:1 Rumstemperaturer
- TAB 6:2 Uppmätta ventilationsflöden
- TAB 6:3 Beräknade luftflöden vid olika temperaturer
- TAB 6:4 Beräkning av godtagen uteluftmängd från ett aggregat (exempel)
- TAB 6:5 Justering av ljudnivåer förorsakade av ventilationsaggregat

- FIG 1:1 Situationsplan
- FIG 1:2 Redovisning av plan 1
- FIG 1:3 Redovisning av plan 2
- FIG 3:1 Principschema över ventilations- och transmissionsaggregat
- FIG 3:2 Olika aggregats ventilations- och värmeområde
- FIG 3:3 Skiss över system för varmvattengenerering
- FIG 4:1 Belastningskurva
- FIG 8:1 Skalfigur som visar specifikt energiuttag för värmepaneler, elbatteri samt kompressor i värmepump

Sammanfattning av BFR-Projekt nr 730582-3 Vallåsskolan, Halmstad. Titel: Ventilations- och transmissionsaggregat samt värmepump i större skola. Undersökning av energi- och effektuttag för elvärme samt temperatur och luftkomfort.

Avsnitt och sidor i utredningen	Sammanfattande text
1 Inledning sid 5-8	<p>Utredningen avser den del av Vallåsskolan som har mellan- och högstadie. Skolan har två plan. Plan ett ligger delvis under marknivå med en outgrävd del - medan plan 2 ligger i markplanet.</p> <p>Skolan togs i bruk höstterminen 1974. Driftresultaten är från en sexårsperiod 1975-1980.</p>
2 Mätningar sid 9-11	<p>För samtliga elvärmeobjekt har mätningar utförts. Totalt har 25 mätpunkter uppsatts.</p>
3 Teknisk beskrivning sid 12-19	<p>Skolan har en kompakt sammansatt utformning. Fönsterytorna utgör ca 30 % av den totala fasaden.</p> <p>Våningsytan är 11 672 m² och byggnadsvolymen 49 260 m³.</p> <p>Byggnaden har balanserad ventilation. Uppvärmning sker med luftburen värme. Ventilations- och transmissionsaggregaten är placerade på skolans tak.</p> <p>Varje lokal anslutes genom sin egen ventilations- och värmekanal till ett aggregat. Lokalen, exempelvis ett ämnesrum, får på så sätt genom aggregatets konstruktion sin egen ventilations- och värmereglering från aggregatet. Från ett aggregat kan maximalt 17 st lokaler anslutas där varje lokal via aggregatet får sin individuella värmeförsörjning för att täcka ventilations- och transmissionsbehovet.</p> <p>Genom att blanda uteluft och återluft i aggregatet erhålles den för lokalen lämpliga tilluften. Dessutom kan tilluftens temperatur höjas, om så erfordras, genom ett i aggregatet installerat elbatteri.</p> <p>Aggregaten kan betraktas som klimataggregat då kyla inkopplas vid alltför hög rumstemperatur. Kylaggregatets kondensorbatteri är placerat så att värmen från detta tillvaratas. Som komplement till ventilations- och transmissionsaggregaten är värmepaneler installerade.</p> <p>Sporthallens ventilations- och transmissionsbehov täckes av två värmepumpar. Värmepumpen tar värme från uteluften och avger värme till sporthallen genom luftburen värme.</p>

Den totalt installerade effekten för objekt som primärt är installerat för uppvärmning (ventilations- och transmissionsaggregat, värmepumpar samt värmepaneler) är 588 kW.

Förbrukningsvarmvatten genereras genom en elhetvattenpanna på 375 kW. Varmvattnet genereras på natten mellan kl 24.00-06.00. Det genererade varmvattnet förvaras i en ackumulator på 60 m³.

Den installerade effekten för kraft och belysning är 545 kW. Effekten kan uppdelas i

- belysning 210 kW
- köksutrustning samt hemkunskap 260 kW
- motorer för ventilations- och transmissionsvärme 75 kW

4 Driftförhållanden
sid 20-25

Det normala driftförhållandet för värmen i skolan är följande. Aggregaten styres över en rumsgivare med börvärde +21°C. Under natten kl 22.00-06.00 stänges aggregatens uteluftspjäll och luften recirkulerar.

Kylan kan endast inkopplas då utetemperaturer är mer än +12°C.

Värmepanelerna kan endast inkopplas mellan klockan 06.00-22.00. Panelerna styres över termostater inställda på +18°C.

Skolan disponeras av ca 800 elever. Utnyttjningsgraden för ämnesrummen är i genomsnitt 28 à 30 timmar/vecka. Skolan användes delvis även under kvällstid.

5 Resultatredovisning
sid 26-64

Medelvärde för energiuttaget₂ per år är 2 340 600 kWh eller 200 kWh/m² vy, år därav utgör

transmission och ventilation	883 700 kWh eller	37,8 %
kyla	80 000 "-	3,4 %
varmvatten	297 200 "-	12,7 %
ånga för tryck i ackumulator	16 600 "-	0,7 %
kraft och belysning	1 063 100 "-	45,4 %

Nattenergin - energiuttag mellan kl 22.00-06.00 - utgör 33 % av den totalt uttagna energin.

Den maximalt uttagna kvarttimmeseffekten är under dagtid 06.00-22.00 675 kW eller 58 W/m² vy. Elvärmebelastningen uppgår maximalt under dagtid till 368 kW eller 32 W/m² vy. Kraft och belysning påverkar effektuttaget så att detta

får sina högsta värden mellan kl 10.00-12.00. Den sammanlagrade belastningen för kraft och belysning är omkring 325 kW.

6 Inneklimatmätningar
sid 65-71

De synpunkter som framkommit om rumstemperaturen tyder på att denna är nöjaktig.

Intag av uteluftmängden har varierats beroende av utetemperaturen. Synpunkter har framkommit om dålig luft inom skolan speciellt under eftermiddagarna.

I flera fall har ljudnivåer, förorsakade genom ventilation, uppmätts som ligger över värdet 40 dBA. I de flesta fall har ljudnivån kunnat sänkas genom att totalflödet på ventilationsmängden reducerats.

7 Underhåll och skötsel
sid 72

Tiden för kontroll inklusive reparationsarbeten beräknas överslagsmässigt uppgå till 40 timmar/månad.

8 Analys och utvärdering
sid 73-81

Energiuttaget för objekt vilka primärt är installerade för att uppvärma skolan är 76 kWh/m^2 vy, år eller med hänsyn till gradtagtalet $17,35 \text{ Wh/m}^2$ vy, gd.

Energiuttaget för kraft och belysning är relativt högt eller 91 kWh/m^2 vy, år. Den största delen av denna energi hjälper till att värma skolan. Omkring 70 % - 64 kWh/m^2 vy, år eller $14,69 \text{ Wh/m}^2$ vy, år - beräknas tillföras byggnaden som uppvärmning.

En stor del av den tillförda energin till generering av varmvatten $168\ 000 \text{ kWh/år}$ eller ca 57 % blir strålningsvärme. Det är således endast $129\ 000 \text{ kWh/år}$ som netto uttages som förbrukningsvarmvatten. En del av denna spillvärme (strålningsvärme) kan utnyttjas som uppvärmning av skolan.

Säg att spillvärmen (strålningsvärmen) som genereras under eldningssäsong kan utnyttjas. Då skulle tillskottet bli $2,27 \text{ Wh/m}^2$ vy, gd.

Den elenergi som erfordras för uppvärmning av skolan beräknas bli $17,35 + 14,69 + 2,27 = 34,31 \text{ Wh/m}^2$ vy, gd eller medelvärdet av de sex driftåren ca 150 kWh/m^2 , år.

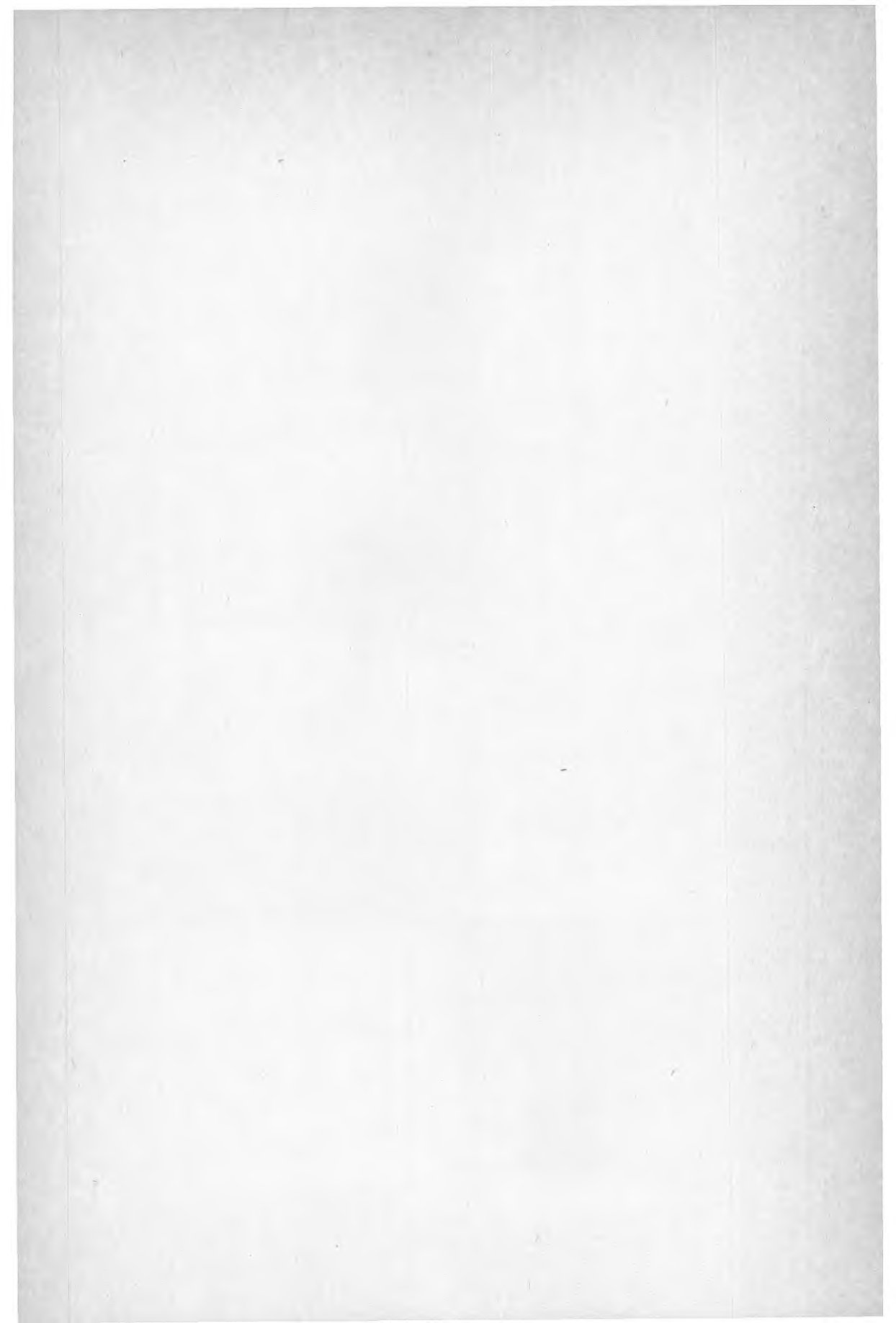
Under ca ett år tillämpades förlängd tid för nattsänkning. Energin för uppvärmning reducerades då med ca 14 %.

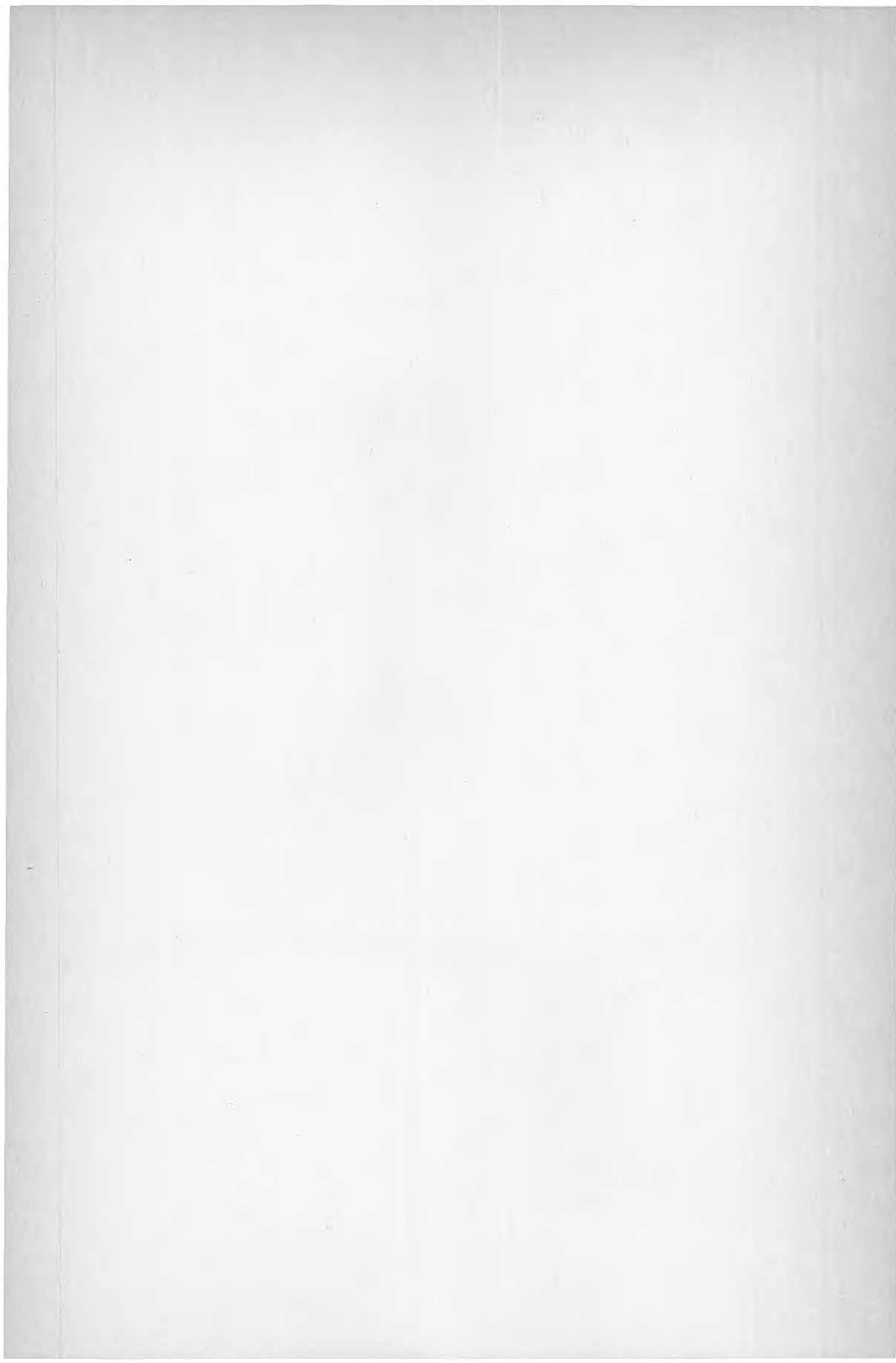
Den erforderliga energitillförseln till värmepumparna blir vid framräknade jämförbara förhållanden endagt ca 60 % av den energitillförseln som erfordras till ventilations- och transmissionsaggregaten inklusive värmepaneler. Detta

trots att värmepumparnas effektivitet under de senaste redovisade driftåren sjunkit betydligt.

Energitillförselns netto för varmvattengenerering är till skolans 800 elever ca 100 000 kWh/år eller 125 kWh/elev, år. Strålningsvärmen utgör ca 135 kWh/elev, år. Den erforderliga tillförda bruttoenergin blir $125+135=260$ kWh/elev, år.







**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
730582-3 från Statens råd för byggnadsforskning
till Halmstads Energiverk, Halmstad.**

R45: 1984

ISBN 91-540-4114-7

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6704045

**Abonnemangsgrupp:
W. Installationer**

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

Cirkapris: 35 kr exkl moms