



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

R81:1977

(149) 66

Projektering av *Byggnadsstatik*
elanläggningar i byggnader
från energihushållnings-
synpunkt

Del III. Elförbrukningskalkyler

Zahir Fikri
Gunnar Käll

Byggforskningen

TEKNISKA HOGSKOLAN I
SEKTIONEN FOR VAG- OCH
BIBLIOTEKET

R81:1977

PROJEKTERING AV ELANLÄGGNINGAR I
BYGGNADER FRÅN ENERGIHUSHÅLLNINGSSYNPUNKT

Del III. Elförbrukningskalkyler

Zahir Fikri
Gunnar Käll

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
760408-2 från Statens råd för byggnadsforskning
till Hans Hedlund & CO AB, Stockholm.

Nyckelord:
elinstallationer
elanläggningar
energiekonomi
projektering
beräkningsunderlag

UDK 696.6
620.9:537.3
697.003

R81:1977

ISBN 91-540-2776-4
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1977

FÖRORD

Att försöka införa energibesparande åtgärder redan vid projektering av energianläggningar i byggnader börjar numera bli allmänt. Förutom kontinuerlig kostnadsbevakning under olika projekteringsskeden ställer byggherren alltmer krav på att konsultteamet skall analysera den totala energiekonomin vid val av olika energisystem i byggnaden. För att tillgodose dessa krav erfordras bl.a. att elförbrukningskalkyler utförs i de olika projekteringsskedena.

Den nu föreliggande rapporten avser huvudsakligen presentera en enkel metod för upprättande av elförbrukningskalkyler för olika typer av byggnader såsom kontorshus, sjukhus, skolor, laboratorier, verkstäder, industribyggnader m.m. Det är vår förhoppning att resultatet skall bidra till en enhetlig redovisning av elförbrukning i olika typer av utrymmen samt ge bättre underlag för planering, projektering och drift.

Rapporten ingår som del 3 i en serie rapporter som behandlar projektering av elanläggningar i byggnader från energihushållningssynpunkt. De två första delarna behandlar FoU-behov resp. projekteringsunderlag.

Projektet med elförbrukningskalkyler har bedrivits inom en arbetsgrupp hos Hans Hedlund & Co AB som bestått av Anders Elrud, Zahir Fikri och Gunnar Käll. Arbetsgruppen har erhållit värdefulla bidrag och synpunkter från personer utanför gruppen bland vilka vi vill nämna

Torsten Nylén, Byggnadsstyrelsen UV-byrån
Belysningskonsult Lars Carlsson
Ulrich Behrens, Hans Ferm och Carl-Olof Sahlin,
Hans Hedlund & Co AB

Vi vill tacka dessa personer samt alla övriga som bidragit till framtagningen av denna rapport.

Zahir Fikri och Gunnar Käll

INNEHÅLLSFÖRTECKNINGSid.

1	INLEDNING	5
1.1	Bakgrund och behov	5
1.2	Rapportens uppläggning	8
2	ELANLÄGGNINGAR OCH ELFÖRBRUKNING	9
2.1	Belysning	9
2.2	Eluppvärmning	16
2.3	Elektrisk varmvattenberedning	18
2.4	Kraft till VVS-anläggning	18
2.5	Övrig kraft	19
2.6	Hissanläggning	20
2.7	Belastningsprognosering	20
3	SYSTEM FÖR UTFÖRANDE AV ELFÖRBRUK- NINGSKALKYLER	25
3.1	Begreppsförklaringar	28
3.2	Blanketter	31
3.3	Systematisering av kalkylunderlag	31
3.4	Kalkylvariabler	35
4	TYPEXEMPEL	40
4.1	Förutsättningar	40
4.2	Redovisning av resultat	40
5	METODUTVECKLING	50
5.1	Belastningsmätningar, analyser och systematisering	50
5.2	Datorprogram	53
5.3	Metod för beräkning av belastningars specifika storheter (se även bil. 3)	54
6	LITTERATUR OCH REFERENSER	55

BILAGOR

BILAGA 1	Anvisningar och blanketter för utförande av elförbrukningskalkyler	56
BILAGA 2	Underindelning av BYGGNADER, UTRYMMEN resp. ANLÄGGNINGAR, APPARATER MM.	72
BILAGA 3	Metod för beräkning av belastningars specifika storheter	81

1 INLEDNING

1.1 Bakrund och behov

Den metod man väljer för utförandet av elförbrukningskalkyler, måste vara anpassad efter de förutsättningar som finns och det resultat man förväntar sig. För närvarande finns statistikuppgifter om effektuttag, energiförbrukning, drifttid m.m. endast i liten omfattning. På grund av detta står ofta bara uppgifter om installerad/projekterad effekt till förfogande. Vid byggnader som är i drift finns också uppgift om total energiförbrukning. Övriga uppgifter som behövs får uppskattas.

Elförbrukningskalkyler kan vara av stort värde redan under projekteringsskedet, vid bedömning av energibesparande åtgärder i byggnader, speciellt efter det att elförbrukningskalkyler för ett större antal byggnader av samma typ föreligger. Arbetet med upprättande av elförbrukningskalkyler försvåras genom att det inte finns en enhetlig metod för upprättande av dessa kalkyler. Främsta anledningen torde vara att uppgifter om samband mellan installerade och maximalt uttagna effekter saknas i stor utsträckning. Metodiken för beräkning av maxmaleffekt och årlig energiförbrukning med hjälp av uppgifter om installerade effekter, byggnadsytor, krav på belysningsstandard och inomhusklimat mm är även dåligt utvecklad.

Mot denna bakgrund föreligger ett behov av en anvisning för upprättande av elförbrukningskalkyler för analys av energibesparande åtgärder i byggnader. Anvisningen bör avse dels redovisning av en enhetlig metod för att utföra elförbrukningskalkyler, dels presentera erforderligt underlag avseende de olika kalkylvariabler som kan förekomma i beräkningsarbetet.

Under systemhandlingsskedet är oftast enbart uppgifter om byggnadsyta och verksamhetsart tillgängliga. Beräkning av effektuttag och energiförbrukning får då ske med hjälp av effekt- och energiuppgifter per m^2 för olika typer av utrymmen och anläggningar. Dessa uppgifter insamlas som regel med hjälp av mätningar i befintliga anläggningar.

Under bygghandlingsskedet fastställs anläggningarnas utformning och uppgifter om installerade effekter för olika anläggningar är tillgängliga. Under bygghandlingsskedet sker beräkning av maximalt uttagen effekt och årlig energiförbrukning normalt enligt fig. 1.1.

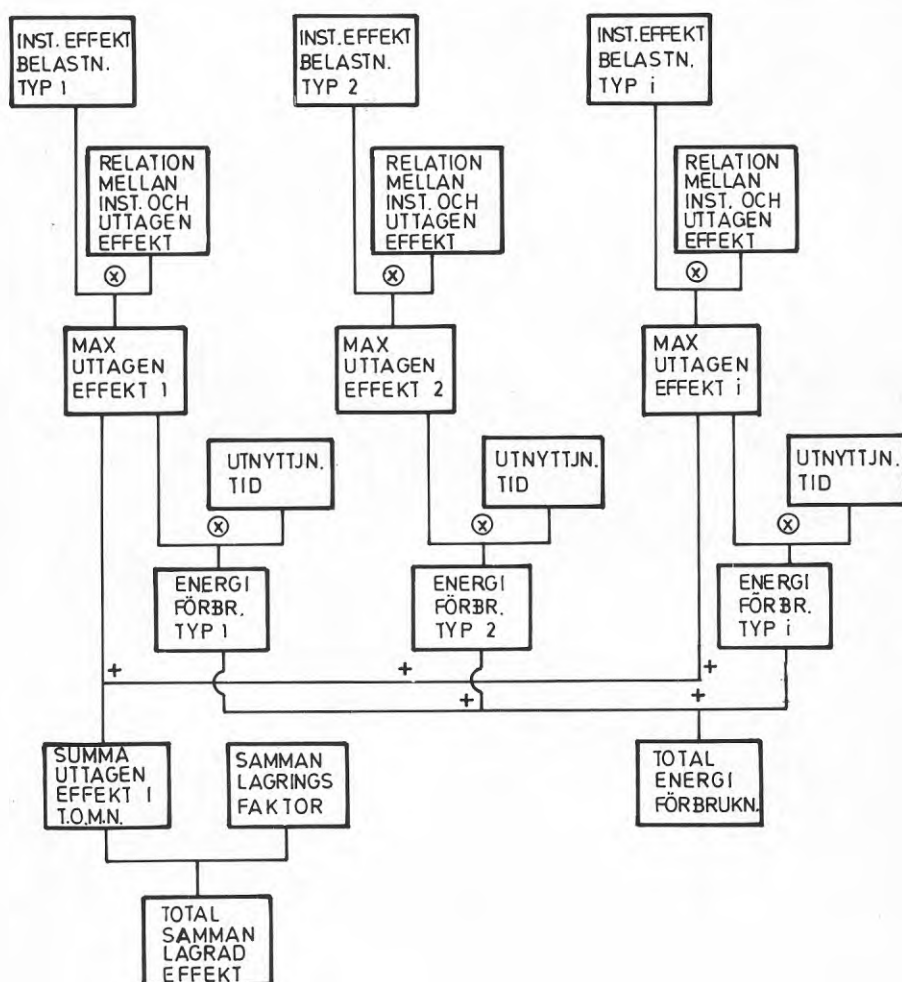


FIG. 1.1 Beräkning av maximalt uttagen effekt och årlig energiförbrukning med hjälp av uppgifter om installerade effekter

Utveckling av en beräkningsmetod för upprättande av elförbrukningskalkyler vid systemhandlings- resp. bygghandlingsskede bör ske med hänsyn till val av lämpliga kalkylvariabler, sammanlagringsfaktorer, utnyttjningstider m.m. Beräkningsmetoden utformas så att inverkan av energihushållningsåtgärder på byggnadens effektuttag och energiförbrukning kan beräknas med god noggrannhet.

I tab. 1.1 ges några exempel på hur en elförbrukningskalkyl kan utnyttjas i en byggnads olika skeden. Kalkylen ger alltså underlag för vissa beslut, dimensioneringar, jämförande statistik m.m.

TAB. 1.1 Utnyttjande av elförbrukningskalkyl i en byggnads olika skeden.

	System- handl.- skede	Bygg- handl.- skede	Förvalt- ning/ drift
Beräkning av årskostnader för energiförbrukningen	X	X	X
Specifik energiförbrukning		X	X
Specifikt effektuttag		X	X
Val av eltaxa	X	X	X
Utvärdering av energibesparande åtgärder	X	X	X
Projekteringshjälp	X	X	
Val av alternativa energisystem/anläggningar	X	X	
Hjälp till förbättringar		X	X
Utvärdering av energisnåla byggnader	X	X	X
Styrning av effektuttag, energiförbrukning och kostn	X	X	X
Uppföljning, statistik		X	X
Erfarenhetsåterföring i form av analyser, uppdatering och kalkylvariabler	X	X	X

1.2 Rapportens uppläggning

Målsättningen med denna rapport har varit att presentera en enkel metod för upprättande av elförbrukningskalkyler anpassad till skilda slag av byggnader samt att ge synpunkter på en vidareutveckling av metoden och framtagning av erforderliga kalkylvariabler.

I kapitel 2 behandlas en del av de faktorer som bör beaktas vid projektering av olika elanläggningar från elförbrukningssynpunkt. En enkel metod för utförande av elförbrukningskalkyler presenteras i kapitel 3, under det att för metoden erforderliga blanketter och anvisningar redovisas i bilaga 1. För att ge möjlighet till systematisering av kalkylunderlag och statistik har i bilaga 2 gjorts viss underindelning av Byggnader, Utrymmen, Anläggningar, Apparater mm.

I kapitel 4 redovisas ett typexempel som bygger på ett verkligt objekt. Synpunkter på metodutveckling lämnas i kapitel 5 och i bilaga 3 anges en metod för beräkning av belastningens specifika storheter. Litteratur och referenser är sammanställda i kapitel 6.

2 ELANLÄGGNINGAR OCH ELFÖRBRUKNING

2.1 Belysning

För beräkning av installerad belysningseffekt är armaturernas totala effektförbrukning av intresse. För armaturer med urladdningslampor räknas med lampeffekt och driftdonens förlusteffekt.

De uppgifter om driftdonens förlusteffekt som lämnas av armaturtillverkare baserar sig på laboratoriemätningar.

Praktiska uppgifter om total effektförbrukning för komplett armatur saknas tyvärr idag.

Tabell 2.1 redovisar ungefärlig effektförbrukning och tabell 2.2 ger exempel på ljusutbyte för några olika typer av ljuskällor.

TAB. 2.1 Effektförbrukning för olika ljuskällor

Ljuskälla	Lamp- effekt W	Effekt inkl. förlust- effekt i driftdon 1) W
Lysrör	20	28
"	30	40
"	40	48
"	65	77
Kvicksilverlampa	125	140
"	250	270
"	400	425
Metallhalogenlampa	250	270
"	360-375	390-405
"	1.000	1.050
Högtrycksnatriumlampa	150	170
"	250	280
"	400	440
"	1.000	1.075
Lågtrycksnatriumlampa	35	55
"	90	120
"	135	175
"	180	220

1) Effektförlusten kan variera något beroende på typ av ljuskälla (fabrikat) typ av driftdon, armaturkonstruktion och driftförhållanden.

TAB. 2.2 Exempel på ljusutbyte för några olika typer av ljuskällor

Ljuskälla ^{xx}	Effekt W	Ljusflöde, lumen	Ljusutbyte ^x lumen/watt	Ljusflödesminskning % som funktion av brinntid h
Glödlampa	40	430	10,7	1000 h, -13%
"	100	1380	13,8	"
Halogenlampa	1000	22000	22	2000 h, -2%
Lysrör, vit, varmvit	40/65	3100/4950	65	9000 h, -15%/-17%
Lysrör varmvit lyx	40/65	1950/3200	41	9000 h, -22%/-25%
Blandljuslampa	160	3100	20	6000 h, -30%
Kviksilverlampa	125	6300	45	9000 h, -22%
"	400	2300	54	"
Metallhalogenlampa (matt)	360-375	23400-28000	60-69	9000 h, -30%
Natriumlampa, lågtryck, gul	90	12700	101	9000 h, -20%
Natriumlampa, lågtryck, gul	180	3300	148	"
Natriumlampa, Högtryck, vit (matt)	400	47000	107	9000 h, -12%

^x Inklusive förlusteffekt i förkopplingsdon

^{xx} För samma typ av ljuskälla kan tekniska data variera något mellan olika fabrikat

Vid beräkning av belysningseffekt för olika typer av byggnader, utrymmen, verksamhetsområden, lokal- och arbetsfunktioner bör hänsyn tas till faktorer som påverkar den totala energiförbrukningen såsom

- Krav på belysningsegenskaperna (belysningsstyrka, luminansfördelning, bländfrihet, ljusinfall, färgåtergivning etc.).
- Typ av belysningssystem (allmänbelysning eller platsorienterad belysning, ljuskällans ljusutbyte, armaturens verkningsgrad och ljusfördelning, armaturens placering-montering, armaturens totala effektförbrukning, antal armaturer etc.).
- Anläggningens dimensionering med avseende på underhållet (rengöring av armaturer, gruppbyten, punktbyten av ljuskällor, tidsintervall etc.).
- Drifttider (dagsljus-elljus, manöversystem).
- Personbeläggning-verksamhet

Exempel på hur typen av belysningssystem påverkar belysningseffekten kan illustreras av följande jämförelse mellan arbetsplatsorienterad belysning och allmänbelysning:

Önskad belysningsstyrka 500 lux på arbetsbord i kontorsrum kan erhållas med:

alt. I. En armatur för 3x40 W lysrör med symmetrisk ljusfördelning monterad i tak c:a 2,7 m ö.g. eller

alt. II. En armatur för 2x40 W lysrör med asymmetrisk ljusfördelning hängande från tak c:a 2,2 m ö.g.

Belysningssystemet enl. alt. II kan ge en reduktion av belysningseffekten med c:a 4 W/m² kontorsrumsyta.

Genom att projektera för en planerad rengöring av armaturer och bytesrutin för ljuskällor minskas behovet av initial överdimensionering av belysningsanläggningen, vilket medför lägre energiförbrukning. Av tabell 2.3 framgår underhållets betydelse för dimensionering och energiförbrukning. Tabellen är hämtad ur Lighting Design & Application. Okt 1973.

TAB. 2.3 Underhållets betydelse för en belysningsanläggnings dimensionering och energiförbrukning

Light Loss Factor	Amount Plant Needed	Service Cycle		Kilo watt hours	Dollars Spent Annually for:					
		In months	Clean Relamp		Plant Amorti- zation	Total Kwh & Pl Amz	TOTAL	Total Clean- Relamp	Clean- Cost Labor	Relamp Cost Lamps
60 1/	167	48	48	1670	1670	3340	3625	285	84	201
64	156	36	36	1560	1560	3120	3450	330	105	225
66	152	30	30	1520	1520	3040	3412	372	124	248
69	145	24	24	1450	1450	2900	3327	427	149	278
71	141	12	36	1410	1410	2820	3314	494	291	203
74 2/	135	12	24	1350	1350	2700	3238	538	279	259
74	135	6	48	1350	1350	2700	3420	720	558	162
77	130	12	12	1300	1300	2600	3307	707	270	437
80	125	6	18	1250	1250	2500	3328	828	528	300
82 3/	122	6	12	1220	1220	2440	3366	926	516	410
84	119	6	6	1190	1190	2380	3626	1246	504	742
0	100	Initial		1000	1000	2000				

Tabellen visar ett exempel med förutsättningen att 100 st lysrörsarmaturer för 4x40 W skall ge önskad belysningsstyrka, innan någon ljusnedgång inträtt.

- 1/ Om rengöring och lampbyten utförs endast vart 4:e år åtgår 167 st armaturer, eller c:a 83.000 KWh
- 2/ Om rengöring utförs en gång per år och lampbyten vartannat år åtgår 135 st armaturer, eller c:a 67.500 KWh.
- 3/ Om rengöring utförs två gånger per år och lampbyten en gång per år åtgår 122 st armaturer, eller c:a 61.500 KWh.

Belysningsanläggningens drifttid bör relateras till tillgängligt dagsljus under olika tider på året. Påverkande faktorer är här byggnadens orientering (väderstreck) fönstrens placering, storlek och utformning, omgivande byggnader etc.

Dagsljusstudier och beräkningar kan ligga till grund för planering av hur elbelysningen skall styras och manövreras. Genom att först beräkna dagsljusfaktorn för olika punkter i rummet kan man sedan (med hjälp av speciella diagram) räkna ut dels hur stor del av den totala arbetstiden som dagsljuset är tillräckligt, dels hur stor del av tiden elbelysningen måste vara tänd. För dagsljusbelysta utrymmen kan manövrering av belysningen ordnas så att vissa armaturer släcks automatiskt, via t.ex. ljusrelä, när dagsljusbelysningen är tillräcklig.

För en belysningsanläggning kan ett årligt maximeffektuttag resp. årlig energiförbrukning beräknas med hjälp av dygnsvariationskurvor över personbeläggning och uppgifter om beräknade belysningseffekter för olika utrymmen och verksamheter. Genom att multiplicera den procentuella personbeläggningen med beräknad belysningseffekt erhålls belysningsanläggningens effektuttag. Fig. 2.1 resp. fig. 2.2 visar exempel på dygnsvariationskurvor för belysningsanläggningen i en kontorsbyggnad där den installerade belysningseffekten beräknats för kontorsrum till 80 kW resp. övriga utrymmen till 20 kW. Av den installerade effekten hänför sig 5 kW till ledbelysning. Fig. 2.1 visar personbeläggningen och fig. 2.2 effektuttagen. Maximalt effektuttag av belysningsanläggning beräknas enligt följande:

Max. effekt under arbetstid: = Max. personbeläggning x
 Installerad effekt i kontorsrum + Installerad effekt i allmänna utrymmen.

Max. effekt efter arbetstid: = Max. personbeläggning x
 Installerad effekt i kontorsrum + Installerad effekt för ledbelysning.

Dygnsvariationskurva för medeleffekt beräknas på liknande sätt. Energiförbrukning framräknas därefter från uppgifter om medeleffekt och antal dagar per år.

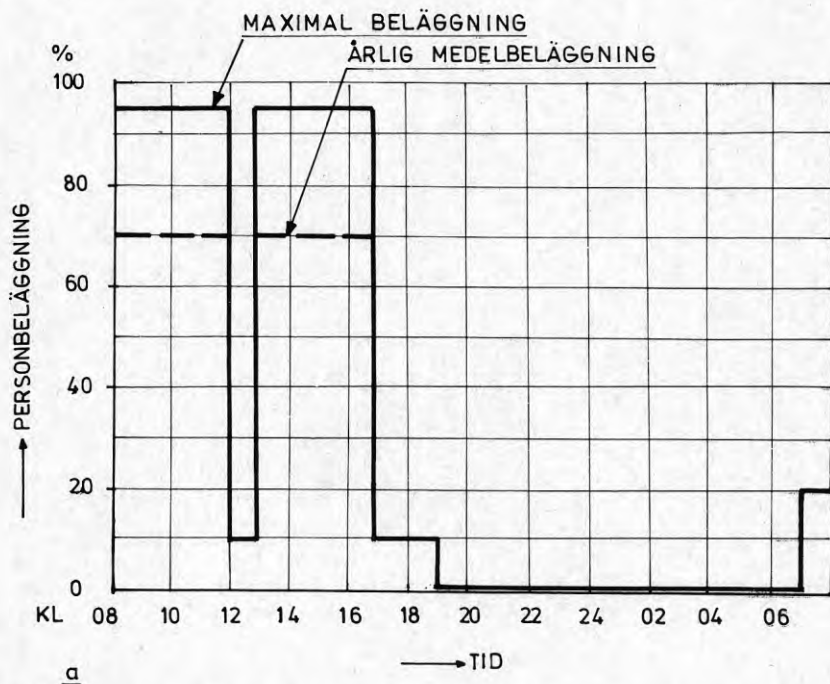


FIG. 2.1 Personbeläggningen i ett kontorshus under ett dygn.

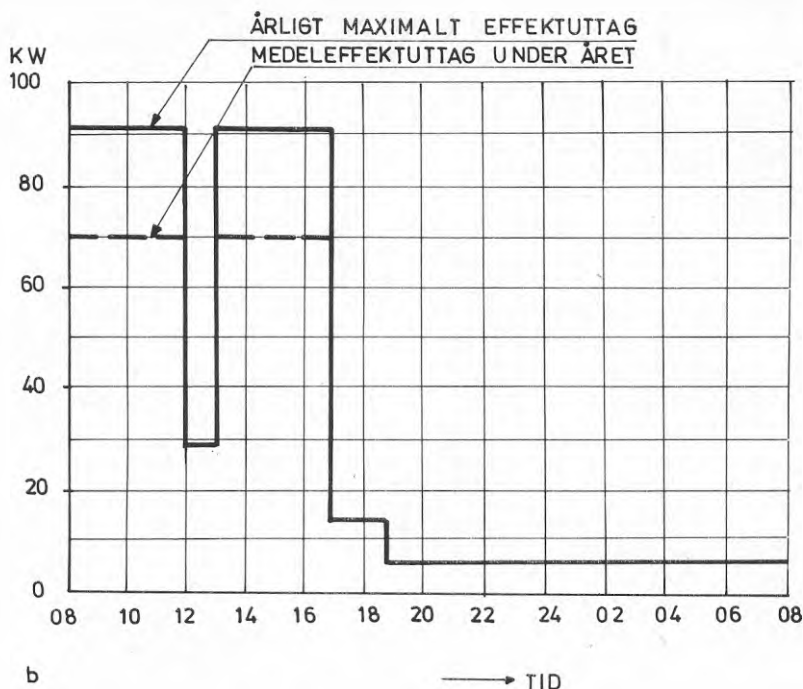


FIG. 2.2 Effektuttag för belysningsanläggningen i ett kontorshus under ett dygn.

Genom att anpassa och begränsa drifttiderna för belysningen till verksamhet, personbeläggning och dagsljusförhållanden, kan betydande energibesparingar göras.

Lokaler som t.ex. kontorslandskap, storrums, matsalar och entréhallar förses ofta med levande växter (gröna växter, bladväxter). Sådana växter kräver belysningsstyrkor på över 1000 lux under c:a 12 timmar/dygn. Vid dimensionering och beräkning måste hänsyn tas till att detta kan medföra betydande effektuttag, framförallt vid glödlampsbelysning. Användning av urladdningslampor, såsom lysrör, kvicksilver- eller blandljuslampor ger lägre effektförbrukning.

Vid en stor förvaltningsbyggnad i Stockholm gjordes under våren 1976 en kartläggning av bl.a. hur den totalt installerade belysningseffekten i en kontorsvåning, typ storrums, utnyttjades genom att beräkna den specifika energiförbrukningen. Resultatet kan utläsas ur tabell 2.4

TAB. 2.4 Specifik energiförbrukning per m^2 för belysning inom kontor typ storrum.

Belysningsssystem	Specifik energiförbrukning
Allmänbelysning från lysrörsarmaturer i tak	25 kWh/år, m^2
Platsbelysning från glödlampsarmatur på bord	15 kWh/år, m^2
Ledbelysning	10 kWh/år, m^2
Belysning av levande växter med glödlampsarmaturer typ Spotlights	48 kWh/år, m^2

Byggnadsstyrelsen har givit ut anvisningar för energiekonomi där man med hänsyn till bl.a. energiförbrukningen och ventilationsresurser begränsar belysningseffekten för allmänbelysning.

För utomhusbelysning gäller att urladdningslampor används normalt och glödlampor endast får väljas, där särskilda skäl föreligger. Installerad belysningseffekt skall begränsas till vad som erfordras av trafiksäkerhetsskäl och med hänsyn till ordning och säkerhet.

I anvisningarna har för inomhusbelysning angivits högsta tillåtna belysningseffekt i olika lokaler. För utomhusbelysning har angivits riktvärden som ej bör överskridas. Se tabell 2.5.

TAB. 2.5 Riktvärden för begränsning av belysningseffekten inkl. reaktorförluster för allmänbelysning resp. utomhusbelysning enligt Byggnadsstyrelsen.

Smårumskontor	15 W/ m^2
Korridorer	6 W/ m^2
Storrumskontor	20 W/ m^2
Lärosalar	20 W/ m^2
Laboratorier med permanenta arbetsplatser	20 W/ m^2
Laboratorier utan arbetsplatser	10 W/ m^2
Garage	3 W/ m^2
Körvägar	3-5 W/längdmeter väg
Gångvägar	2-4 W/längdmeter väg
Parkeringsplatser	0,4 W/ m^2 (inkl. körytor)

2.2 Eluppvärmning

Grundläggande för analys och jämförelse av olika systemlösningar är beräkning av värmebalans i byggnaden för dimensionerande klimatförhållanden (inom- resp. utomhus), ekonomisk anläggningsdimensionering och utvärdering av anläggnings- och driftkostnader. Olika aspekter på dessa frågor är bl.a. val av värmeisolerings-, beräkning av interna belastningar från belysningsanläggning och kraftanläggning, beräkning av värmeförlust resp. värmeförlust, delkostnader samt avvägning mellan olika systemegenskaper vid val av ett optimalt system. Det är således väsentligt att anläggningar för elektrisk rumsuppvärmning projekteras genom optimal avvägning mellan byggnadstekniska och installationstekniska åtgärder.

Undersökningar har visat att fränkoppling av värmeanläggningar i tyngre byggnader under vissa perioder inte påverkar inomhustemperaturen i någon märkbar grad (4 timmars bortkoppling kan exv. resultera i sänkning av temperatur med en grad). Förklaring till detta fenomen ligger främst i byggnadernas värmelagringsförmåga vilken kan utnyttjas för utjämnning av anläggningens eleffektuttag.

Under vissa perioder speciellt vår- och höstsäsonger kan behov av samtidig kylning och uppvärmning av olika zoner i en byggnad föreligga. Genom uppdelning av värmesystemet i lämpliga zoner kan värmeåtervinning i en zon användas för uppvärmning av andra zoner där sådant behov föreligger.

Val av effektsteg i utrustningar såsom radiatorer, varmvattenberedare, elbatterier och elpannor kan få stor betydelse för en anläggnings totala eleffektuttag. Det bör eftersträvas att ett flertal mindre effektsteg kombineras med lämplig styrning så att utjämnning av effektuttag kan åstadkommas.

Värmeåtervinning från återluft är en energihushållningsåtgärd av stor betydelse i alla anläggningar med mekanisk (och balanserad) ventilation. I byggnader med ren luft kan en övervägande del av frånluften föras tillbaka till lokalerna och därigenom bidra till minskning av energibehovet. I lokaler med smutsig, oren eller illaluktande återluft kan värmeåtervinning ske med hjälp av värmeväxlare. Möjligheter för värmeåtervinning skall alltid undersökas i samband med projektering av elvärmeanläggningar.

Värmepumpar kan ibland användas för att från energibesparingssynpunkt få en god lösning av uppvärmnings- och ventilationsproblemen. Någon minskning av effektbehovet kan dock inte erhållas med värmepumpsystem.

Belysningsanläggningen kan i vissa lokaler även användas som komplement till den konventionella värmeanläggningen. Genom att kyla belysningsarmaturerna med exempelvis ventilationsluft kan värmen från ljuskällan tillvaratas och därmed totalt sett minska energiåtgången.

Elvärmeanläggningarnas effektuttag och energiförbrukning kan beräknas genom utveckling av lämpliga regressionsmodeller mellan eleffekt eller energiförbrukning och vädervariabler. Dessa modeller behöver utvecklas för olika typer av byggnadsutformning såsom isoleringsgrad, styr- och reglersystem m.m. Typiska dygnsvariationskurvor tillsammans med samband mellan installerad och uttagen effekt kan också komma till användning för dessa beräkningar.

TAB. 2.6 Exempel på regressionsmodeller mellan belastning (Y) och en vädervariabel (X)

Kurva	Modell
1. Rät linje	$Y = a + b \cdot x$
2. Polynom	$Y = a + b \cdot x + c \cdot x^2$ eller $= a + b \cdot x + c \cdot x^2 + d \cdot x^3$ eller $= a + b \cdot x + c \cdot x^2 + d \cdot x^3 + e \cdot x^4$
3. Exponential	$Y = a \cdot b^x$ eller $= a \cdot b^{-x}$
4. Gompertz	$Y = k \cdot a^{bx}$
5. S-kurva	$Y = \frac{1}{a \cdot b^{-x} + c}$ eller $= \frac{1}{a \cdot b^x + c}$

2.3 Elektrisk varmvattenberedning

I eluppvärmda flerfamiljshus utgör energiförbrukning för varmvattenberedning nästan 25% av den totala energiförbrukningen och utgör därigenom en betydande belastning. Genom mätningar och statistisk analys har det visats att det existerar ett visst samband mellan energiförbrukning för elektrisk varmvattenberedning och antal personer i ett hushåll. I större byggnader såsom kontor är förhållandet annorlunda och varmvattenberedningen utgör där en mycket blygsam del av den totala belastningen (c:a 1-2%).

Vattenförbrukningen under de senaste 30 åren har ökat minst 100%. Enligt prognoser bedöms att hushållsförbrukningen år 1985 skall vara 200-285 liter per person och dygn.

I flerfamiljshus kan energiförbrukningen för varmvatten approximativt beräknas till

$$4000 + (p-3) 700 \text{ kWh/lgh och år där}$$

p = antalet boende per lägenhet

Ett annat sätt för beräkning av effekt- och energibehov för varmvattenberedning är att ta fram typiska medelkurvor för dygnsvariation med hänsyn till förekommande inkopplingstider (d.v.s. ständigt inkopplad alt. inkoppling mellan kl. 22.00 - 06.00 med avseende på lägre energipris nattetid).

2.4 Kraft till VVS-anläggning

Kraft till VVS-anläggningar vilken omfattar installationsledningar till givare, pumpar, fläktar m.m. utgör en viktig och i vissa fall en omfattande del av elinstallationerna i en byggnad. Ett flertal energihushållningsåtgärder kan vidtagas i kraftanläggningarna.

Det är väsentligt att pump- och fläktmotorer dimensioneras med hänsyn tagen till den normalt förekommande belastningen. I VVS-anläggningar används oftast asynkronmotorer vars effektfaktor varierar med belastningsstorlek. Figur 2.3 visar en kurva på hur effektfaktorn kan variera för en asynkronmaskin med avseende på belastningen.

Krav på VVS-anläggningar varierar med hänsyn till arbetstider och verksamhetsart. Under perioder såsom veckoslut, semester o.d. kan vissa fläktar och pumpar fränkopplas.

Oftast blir det aktuellt att beräkna eleffektuttag och energiförbrukning med hjälp av uppgifter om uttagen effekt samt uppgifter om alternativa drifttider.

Typiska dygnsvariationskurvor kan också komma till användning i beräkningsarbetet. Vidare kan regressions-

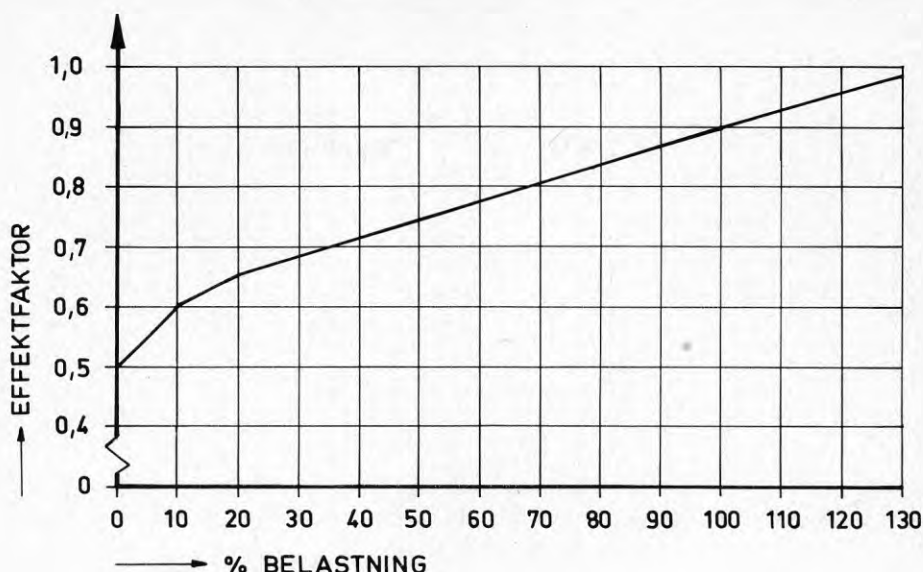


FIG. 23 EFFEKTFAKTORKURVA FÖR EN STANDARD
ASYNKRONMASKIN (CLEMINSON & ROGERS)

modeller mellan effektuttag, ventilationsbehov och vädervariabler utvecklas och utgöra enkla hjälpmedel för dessa beräkningar. Olika modeller kan bli aktuella beroende av anläggningstyp och valda styr- och reglerförlopp.

2.5 Övrig kraft

Allmän kraft i en större byggnad utgörs av diverse kontorsmaskiner och elapparater. Effektuttag och energiförbrukning för dessa kan beräknas med hjälp av verksamhetens drifttider och normal belägningsgrad.

Beräkning av effektuttag och energiförbrukning av kraft omfattande speciella elutrustningar i laboratorier eller särskilda utrymmen, såsom datoranläggningar, centralutrustningar för teleanläggningar m.m. kan ske med hjälp av typiska dygnsvariationskurvor och lämpliga regressionsmodeller. För att kunna utveckla sådana kurvor och modeller behövs uppgifter om energiåtgång, statistisk fördelning m.m.

Kraft till produktionsmaskiner inom verkstäder och industri får studeras från fall till fall med hänsyn till verksamhetens art, drifttider m.m.

Datauppgifter på vanligt förekommande maskiner och apparater bör tagas fram och systematiseras i tabellform med bl.a. angivande av effektuttag och energiåtgång vid normal drift.

2.6 Hissanläggning

Hissanläggningens eleffektuttag och energiförbrukning påverkas av hisstrafiken och körplaner för olika hissar. Där mer än en hiss förekommer kan särskilda körplaner tillämpas så att under lågtrafiktiden endast vissa utvalda hissar kan användas.

Med hjälp av uppgifter om dygnsvariation av hisskapacitet (figur 2.4) och installerad effekt kan hissarnas effektuttag och energiförbrukning beräknas.

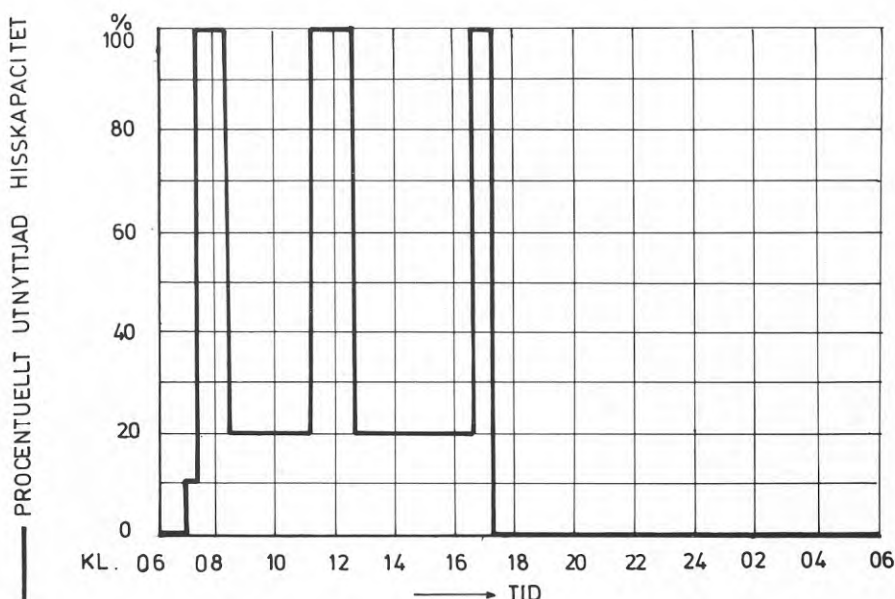


FIG. 2.4 Exempel på dygnsvariation av utnyttjad kapacitet i en hissanläggning.

2.7 Belastningsprognosering

Alltför stora avvikelser mellan prognoserade och verkliga värden på belastningar kan innebära dels onödigt stora kapitalinvesteringar, dels onödigt stora energiförluster i transformatorer och kraftförsörjningsanläggningar. Det är därför viktigt att få en uppfattning om sammanlagrade effekter per ytenhet för olika typer av byggnader och belastningar med hänsyn till energihushållningsåtgärder. Problemställningen illustreras nedan med hjälp av en sammanställning av effektoppgifter vilka ligger till grund för dimensionering av eldistributionsanläggningarna inom ett sjukhusområde.

TAB. 2.7 Belastningsunderlag för ett sjukhusområde (exempel)

Belastningsart	Byggnad	Sammanlagrad effekt W/m ² bruttoyta	
		Utan energi- hushållnings- åtgärder	Med energi- hushållnings- åtgärder
Belysning och allmän kraft	- Långtidsvård	20	?
	- Rehabilitering		
	- Daghem		
	- Sjukhus		
	- Kirurgblock	30	?
	- Medicinblock		
	- Infektions- klinik		
	- Vårdyrkeskola	40	?
Laboaratoriekraft		20	?
VVS-anläggning		20	?

Utöver de belastningar som anges i exemplet tabell 2.7 tillkommer även vissa punktbelastningar såsom röntgenlaboratoriets och kylanläggningarnas effektuttag. Hur dessa effekter sammanlagras med övriga belastningar inom resp. byggnad och området är svårt att bedöma.

Belastningsprognoser, vilka ligger till grund för dimensionering av kraftförsörjningssystem inom ett område, baseras oftast på belastningsuppgifter av den typ som anges i tabell 2.7 och en antagen belastningsökning. Med hänsyn till energihushållning är det viktigt att analysera förhållandet mellan beräknade och uppmätta värden av sammanlagrad effekt per ytenhet för olika typer av belastningar och byggnader. Vidare bör sådana prognosmetoder utvecklas som inte enbart bygger på enkel extrapolering av historiska data.

Beräkningsarbetet bör istället baseras på en syntes om framtida utveckling vilken utförs dels med hjälp av bedömningar om tillkommande belastningar vid aktuella utbyggnader, dels genom analys av historiska data.

Prognoseringen enligt en sådan metod görs i två steg (fig. 2.5). Den fastställda planeringsperioden uppdelas i ett antal tidsteg förslagsvis 5 år. För varje tidssteg upprättas en särskild prognos genom uppskattning om framtida utveckling och med hjälp av uppgifter om planerade utbyggnader. Därigenom erhålls ett antal belastningspunkter för hela planeringsperioden. I det andra beräkningssteget ingår anpassning av lämpliga matematiska funktioner till dessa belastningspunkter. Efter det att val av lämplig funktion har fastställts kan den prognoserade belastningen beräknas för varje år med hjälp av den fastställda funktionen.

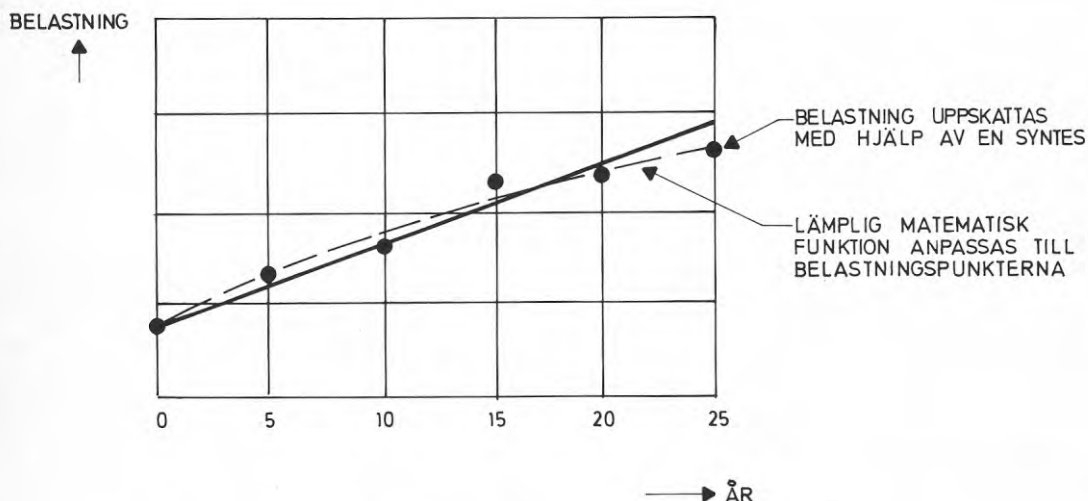


FIG. 2.5 Exempel på belastningsprognosering med hjälp av en syntes av framtida utveckling.

En viktig del av prognoseringsarbetet är att utveckla enkla metoder för beräkning av sammanlagring mellan olika delbelastningar. Ett flertal metoder kan komma till användning bl.a. regressionsmodeller av typ Velanders formel, summering av dygnsvariationskurvor för den dag då maximal effekt inträffar, beräkning genom sammanslagning av enskilda delbelastningars statistiska fördelningar m.m.

Belastningsprognosen utgör underlaget för dimensionering av transformatorer och kraftförsörjningssystemet. Den realistiska bedömningen av den framtida utvecklingen har därför stor betydelse för prognosens tillförlitlighet och påverkar således möjligheterna till optimal dimensionering och drift.

Transformatorernas belastningsförluster är beroende av dygnsvariationen av byggnadens totala belastning under hela året. Lämplig metod för beräkning av medeldygnsvariationskurvor för olika delbelastningar bör även utvecklas.

Sammanlagringar mellan delbelastningar kan vara mycket stora. Exempel härpå är sammanlagringar mellan hushålls-abonnenter. Redan vid ett tiotal lägenheter är sammanlagringsfaktorn under 0,5. Fig. 2.6 visar effektens sammanlagring avseende lägenheter i ett låghus från mätningar 1972/73 i Göteborg.

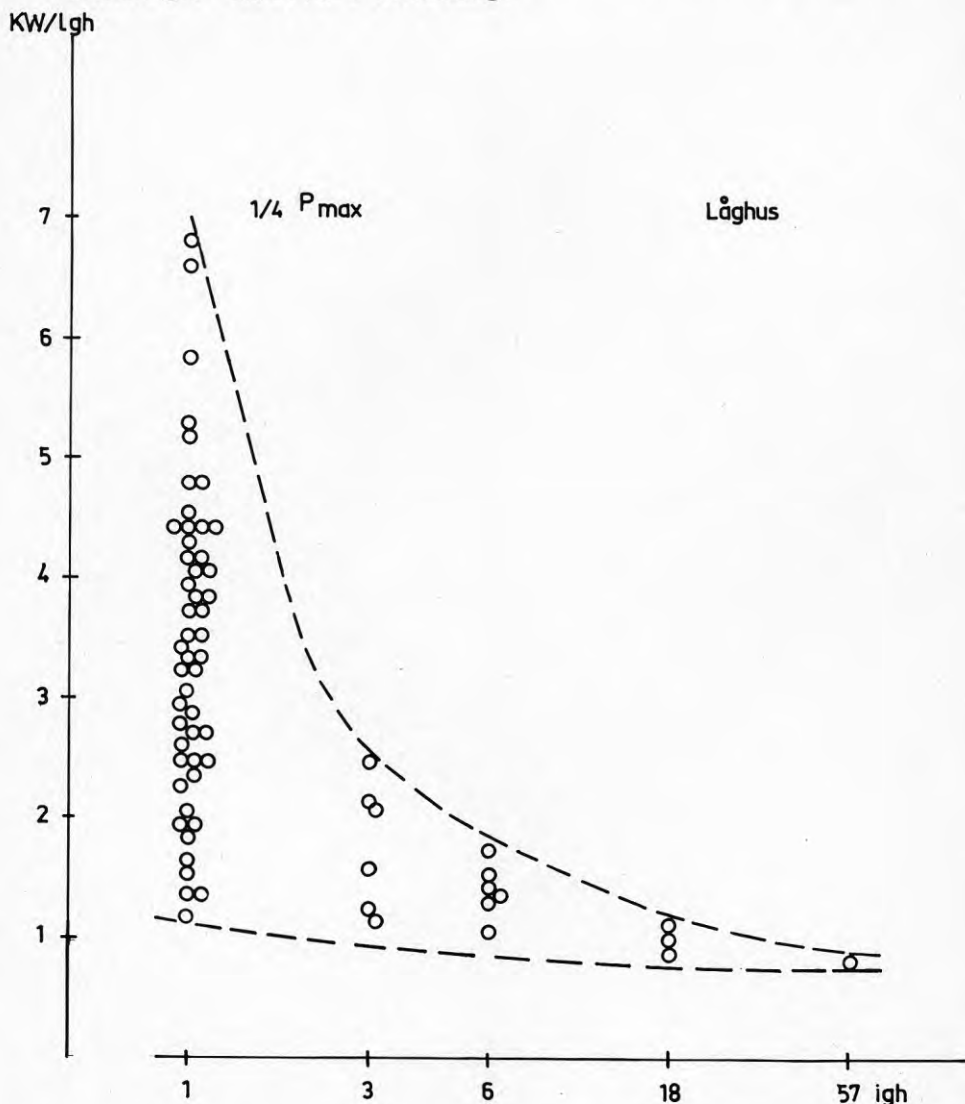


FIG. 2.6 EFFEKTENS SAMMANLAGRING AVSEENDE LÄGENHETER
I ETT LÅGHUS.

Sammanhörande värden på effekt och energi för lägenheter i flerfamiljshus studerades även i samband med mätningarna i Göteborg. I fig. 2.7 visas spridningen vid registreringsperioden en 1/4 timme. Som framgår av figuren har försök gjort att anpassa en kurva enligt Velanders formel till punktskalan. I det aktuella fallet har sambandet blivit

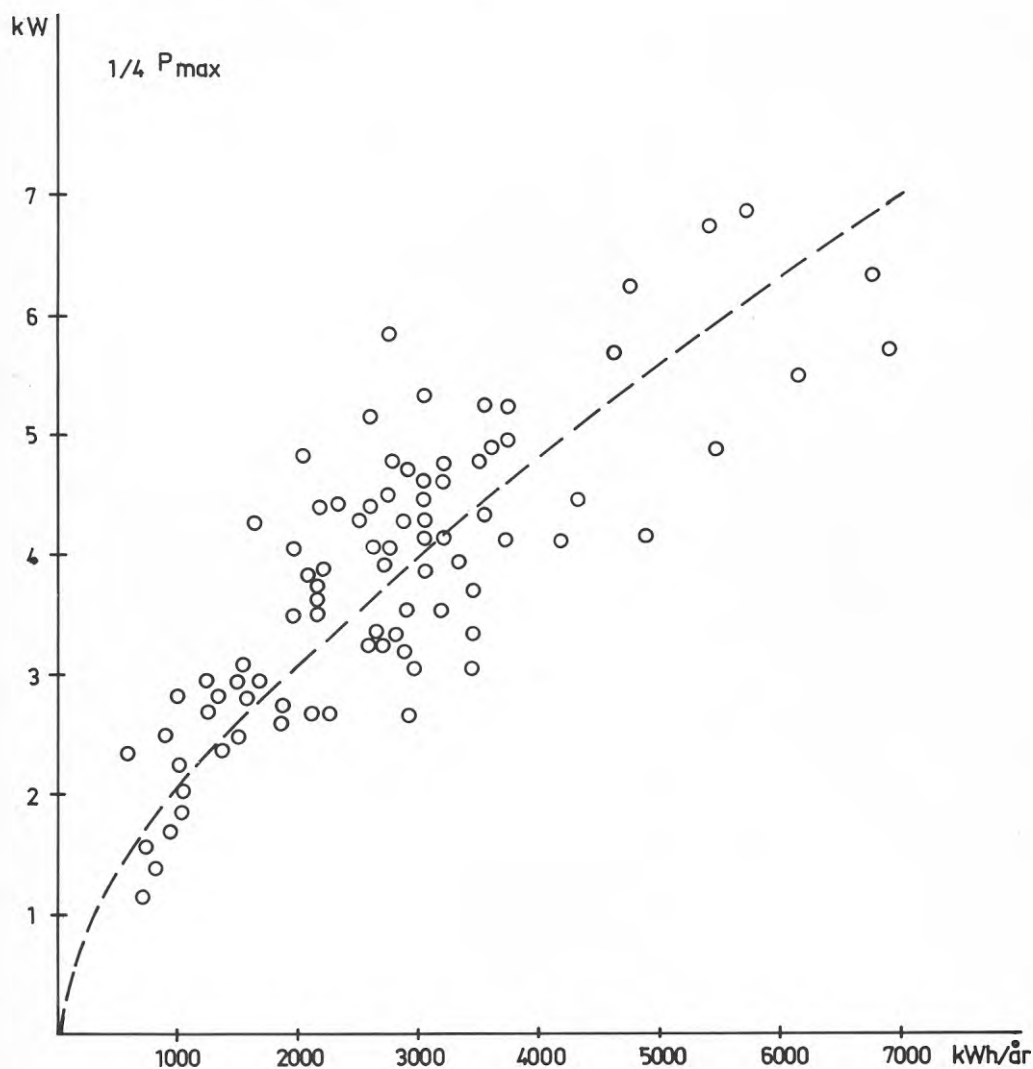
$$1/4 P_{\max} = 0,0004 \cdot W + 0,05 \cdot \sqrt{W}$$


FIG. 2.7 SAMHÖRANDE VÄRDEN EFFEKT-ENERGI FÖR LÄGENHETER I FLERFAMILJSHUS.

3 SYSTEM FÖR UTFÖRANDE AV ELFÖRBRUKNINGSKALKYLER

Vid projektering, byggande och drift bör största möjliga hänsyn tas till sådant, som kan bidra till en lägre energiförbrukning. Behov och storlek av installationer och anläggningar med stor energiförbrukning bör prövas särskilt kritiskt.

Som hjälpmedel vid val av installationer, kan tillämpas årskostnadskalkyl. I årskostnaden medräknas inverkan av investeringskostnaden och fortsättningskostnaderna för drift och underhåll. Där så erfordras tas även erforderlig hänsyn till utrymmeskostnaden och andra byggnadspåverkande faktorer.

Byggnadsstyrelsen har i sina projekteringsanvisningar bl.a. föreskrivit att för varje projekt upprättas en elförbrukningskalkyl och en värmeförbrukningskalkyl såväl i systemhandlingsskedet som i bygghandlingsskedet. Elförbrukningskalkylen skall redovisa byggnadens och markanläggningens beräknade totala elenergibehov per år. Värmeförbrukningskalkylen skall redovisa byggnadens beräknade totala specifika värmeeffektbehov vid DUT 5 och dess utnyttjningstid för ett normalår. För speciella installationer eller åtgärder som tillgrips för att ekonomisera energiförbrukningen skall redovisas särskild lönsamhetskalkyl.

Byggnadsstyrelsen har sedan en tid tillbaka en standardblankett för elförbrukningskalkyler och kräver av sina elkonsulter kalkyler uppställda enligt denna blankett. Elförbrukningskalkyler enligt KBS blankett skall baseras på uppgifter om installerade effekter för belysningsanläggningen, anläggningar för motordrift och brukarens apparater. Kalkylen skall som resultat ge maximalt uttagen sammanlagrad effekt resp. årlig energiförbrukning. Den maximalt uttagna sammanlagrade effekten beräknas med hjälp av uppgifter om installerade effekter, utnyttjningstider resp. sammanlagringsfaktorer.

Med erfarenhet från ett antal utförda elförbrukningskalkyler för byggnadsstyrelsens räkning har bl.a. följande konstaterats:

- Elförbrukningskalkyler för systemhandling resp. bygghandling baseras på olika ingångsdata. Under systemhandlingsskedet är enbart uppgifter om byggnadsytor och verksamhetsart tillgängliga. Elförbrukningskalkyler under detta skede upprättas därför med hjälp av uppgifter om effekt och energi per m² för olika typer av utrymmen och anläggningar.
- Under bygghandlingsskedet har anläggningarnas utformning fastställts och preliminära uppgifter om installerade effekter är tillgängliga. Under detta skede behövs kännedom om samband mellan installerad och max. uttagen effekt samt sammanlagringsfaktorer.

- Eftersom beräkningsarbetet baseras på uppgifter om utnyttjningstider, samband mellan installerad och max. uttagen effekt resp. sammanlagringsfaktorer erfordras riktvärden av dessa parametrar för olika typer av byggnader.
- Tillgängliga uppgifter om utnyttjningstider, sammanlagringsfaktorer m.m. för energianläggningar i större byggnader är bristfälliga. Insamling av dessa uppgifter kan till en stor del endast ske genom energi- och effektmätningar i befintliga byggnader, alternativt genom analys av tillgängligt belastningsunderlag från tidigare utförda mätningar. Sådana uppgifter bör utvärderas, sammanställas och publiceras.

I systemhandlingsskedet finns uppgifter om byggnads- ytor och -volymer. Med hjälp av dessa samt uppgifter om installationsstandard och den färdiga byggnadens användning kan man uppskatta den troliga elförbrukningen i byggnaden. Uppskattningen grundar sig på erfarenhetsvärden.

Lämpliga variabler för en elförbrukningskalkyl i detta skede är grova specifika värden som W/m^2 eller W/m^3 i genomsnitt för hela byggnaden. Om dessa är väl underbyggda, får resultatet av kalkylen en god överensstämmelse med det slutliga värdet. Effekt- och energivärden för såväl byggnadens totala elanläggning som för de olika anläggningsdelarna belysning, elvärme, kraft m.fl. måste tas fram från erfarenhetsmateriel och statistik. Hänsyn behöver även tas till byggnadens storlek och typ samt till verksamheten i byggnaden.

I bygghandlingsskedet kan elförbrukningskalkylen göras noggrannare eftersom mer detaljerade uppgifter om utrustningar och installerade effekter i olika typer av utrymmen då finns tillgängliga. Uppgifterna sammanställs för olika elanläggningstyper och omräknas till installerad effekt i W per m^2 och m^3 resp. energiförbrukning i kWh per m^2 och m^3 för ifrågavarande utrymmen.

Under projekteringsskedena har man hjälp av elförbrukningskalkyler för utvärdering av alternativ, energihushållning m.m. Från tidigare utförda kalkyler utnyttjas erfarenhetsåterföring i form av förbättrade och säkrare kalkylvariabler. Figur 3.1 åskådliggör schematiskt vilka kalkylvärden som kan användas i olika skeden och sambandet mellan skeden och kalkylvärden.

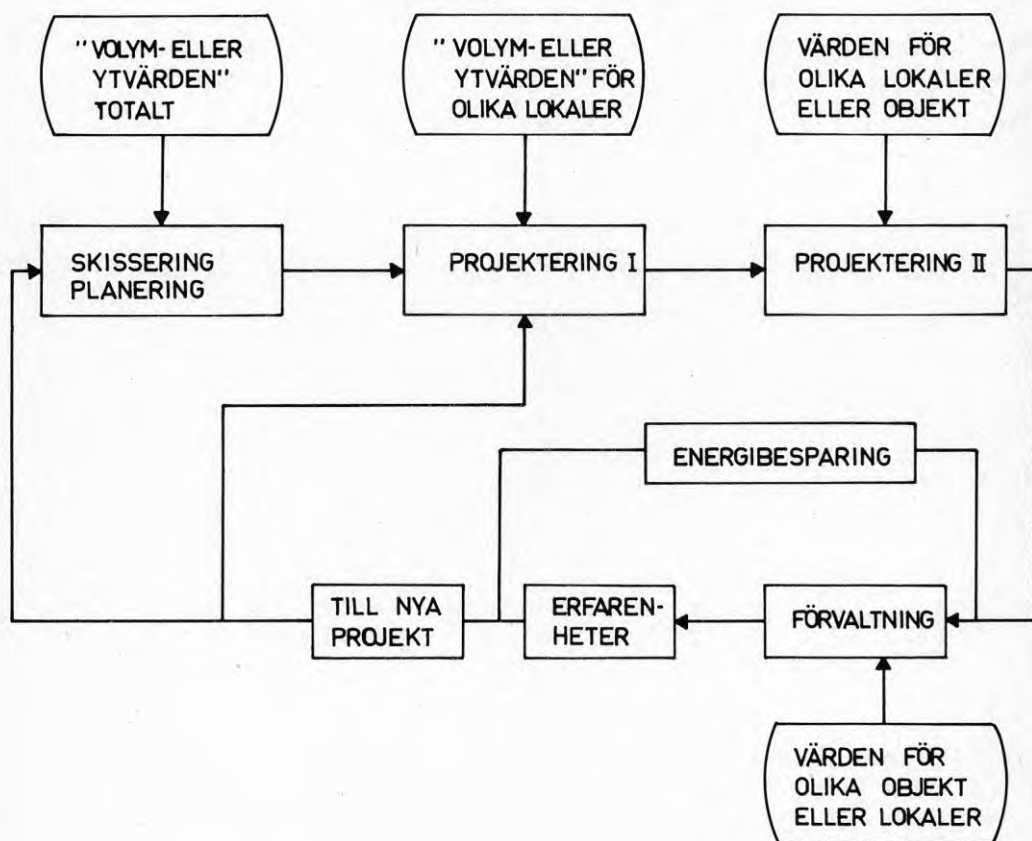


FIG. 3.1. FLÖDESSCHEMA VISANDE SAMBAND MELLAN SKEDEN OCH KALKYLVÄRDEN.

3.1 Begreppsförklaringar

De begrepp och uttryck som kan förekomma i samband med elförbrukningskalkyler har sammanställts, definierats och förklarats nedan.

Definitioner enligt SEN 01 03 03, utgåva 1

Belastning:	I viss punkt eller vissa punkter överförd effekt. Termen belastning används ibland även för energiförbrukning, vilket dock bör undvikas.
Installerad effekt:	Summa märkeffekt för maskiner eller apparater av jämförligt slag (kraftproducerande, kraftöverförande eller kraftförbrukande) i en elektrisk anläggning. I stället för installerad effekt används ibland termen disponibel effekt för kraftproducerande eller kraftöverförande maskiner och apparater, och termen ansluten effekt för kraftöverförande eller kraftförbrukande maskiner och apparater, men dessa termer avser egentligen den del av den installerade effekten som vid viss tidpunkt är ansluten (eller omedelbart kan anslutas) till en elektrisk anläggning.
Överbelastning:	Den del av belastning som överstiger märkvärdet för en anläggning eller anläggningsdel.
Högbelastningstid:	Den tid (del av dygn, vecka, månad, år) varunder ett kraftsystem bedöms ha hög belastning.
Lågbelastningstid:	Den tid (del av dygn, vecka, månad, år) varunder ett kraftsystem bedöms ha låg belastning.
Utnyttjningstid:	Kvoten mellan ett till viss tidsperiod (t.ex. dygn, månad, år) hänfört energibelopp och en därmed samhörande maxieffekt, debiteringseffekt, abonnerad effekt e.d. Utnyttjningstiden bör ej förväxlas med begreppen inkopplings- eller användningstid.

Utnyttjningsfaktor: Kvoten mellan utnyttjningstid och motsvarande kalendertid.

Det bör observeras att termerna utnyttjningstid och utnyttjningsfaktor ej är entydiga men att de vid behov kan preciseras genom anknytning till en preciserad effekt, t.ex. utnyttjningstiden för kvartstimmes maximeffekt.

Tillgänglighetsfaktor:

Kvoten mellan å ena sidan den energi, som under en viss tidsperiod kunde ha producerats med den vid varje tillfälle under perioden disponibla effekten, och å andra sidan den energi, som utgör produkten av maximeffekten och tiden.

Varaktighet:

Den sammanlagda tid under vilken en viss storhet (t.ex. effekt, vattenföring) under en bestämd tidsperiod uppnår eller överstiger ett angivet värde.

Varaktigheten uttrycks oftast i timmar per vald tidsperiod. Med relativ varaktighet, oftast uttryckt i %, avses kvoten mellan varaktigheten och motsvarande kalendertid.

Sammanlagringsfaktor:

Kvoten mellan den resulterande maximeffekten (totalbelastningen) för en grupp delbelastningar och summan av de enskilda delbelastningarnas maximeffekt under samma tidsperiod.

Spridningsfaktor:

Sammanlagringsfaktorns inverterade värde.

Belastningsfaktor:

Kvoten mellan maximeffekten och samhörande installerade effekt.

Överlagringsfaktor:

Kvoten mellan ökningen av totalbelastningens maximeffekt vid tillkomsten av en delbelastning och denna delbelastnings maximeffekt under samma tidsperiod.

Spetsdelaktighet:

En delbelastnings effektvärde då totalbelastningen har sitt maximivärde.

Spetsdelaktigheten bör inte uttryckas i relativa tal då därvid förväxling med överlagringsfaktorn kan ske.

Maximieffekt:	Det högsta under viss tidsperiod uppträdande effektvärde, bestämt antingen som momentanvärde eller som medelvärde för kort tid, t.ex. timmedelvärde.
Medeleffekt:	Kvot mellan (t.ex.) uttagen energi och motsvarande tidsperiod.
Abonnerad effekt:	För en kraftleverans avtalad effekt. Ofta avses maximal tillåten effektuttagning.
Uttagen effekt:	Av mätare under viss tidsperiod (vanligen månad) registrerad (eller i vissa fall beräknad) maximaleffekt.
Uttnyttjad effekt:	Enligt avtalsbestämmelser och på grundval av uttagen effekt beräknat effektvärde, exempelvis medelvärdet av ett antal månadsvärden.
Effektgräns: (även benämnd subtraktionsgräns)	I samband med effektgränstariff fastställd gräns angiven i effekt, över och under vilken den uttagna energin debiteras olika. Även effektaavgiften debiteras oftast olika över och under effektgränsen.
Botteneffekt:	Effekt upp till effektgränsen. Med abonnerad botteneffekt avses gränseffekten.
Toppeffekt:	Effekt ovanför effektgränsen.
Bottenenergi:	Den inom botteneffekten uttagna energin.
Toppenergi:	Den ovanför effektgränsen uttagna energin.

Övriga definitioner och förklaringar:

Konverteringsfaktor K_E :	Kvoten mellan årlig energiförbrukning och samhörande installerade effekt. För transformatoranläggning avses förhållandet mellan förlustenergin och samhörande tomgångs- resp. belastningsförlusteffekt.
Platsbelysning:	Arbetsplatsorienterad belysning.
K-värde:	Värme genomgångskoefficient $W/m^2 \text{ } ^\circ C$.
DIT:	Dimensionerande inomhustemperatur $^\circ C$.
DUT:	Dimensionerande utomhustemperatur $^\circ C$.

3.2 Blanketter

För redovisning av resultat från elförbrukningskalkyler har 11 st speciella blanketter framtagits, nämligen

<u>Blankett nr</u>	<u>Anläggning</u>	<u>Ändamål</u>
1	Samtliga anläggningar	Allmänna uppgifter
60	-"-	Sammanställning
62	Ställverk, transformatorer	Delberäkningar och resultat
<u>63.11</u>	Belysning (inomhus)	-"-
<u>63.12</u>	Belysning (utomhus)	-"-
<u>63.21</u>	Elvärme, utrymmen	-"-
<u>63.29</u>	Övrig elvärme	-"-
<u>63.31</u>	Kraft till VVS-anläggningar	-"-
<u>63.391</u>	Övrig kraft	-"-
<u>63.392</u>	Övrig kraft, apparater	-"-
70	Hiss- och transportanläggningar	-"-

Blanketternas utformning samt anvisningar för deras användning och ifyllande redovisas i bilaga 1. Den information som sammanställs i blanketterna kan indelas i tre huvudkategorier.

A. Datasammanställning

Dimensionerande utgångsdata för respektive anläggning inhämtas från projektbeskrivningar, ritningar, byggherren och konsulter. (projektörer)

B. Konverteringsfaktorer och övriga variabler

Värden av variabler som förekommer i beräkningarna redovisas. En sammanställning av konverteringsfaktorn K_E för olika typer av belastningar redovisas i tabell 3.1.

C. Beräkningsresultat

Beräkningsresultaten omfattar dels årlig energiförbrukning för respektive anläggning dels installerad effekt.

Värdena på konverteringsfaktorn enligt tabell 3.1 är beräknade från ett litet statistiskt material med stor avvikelse. Detta medför att spridningen och därmed osäkerheten i värdena blivit stor. Tabellen får därför anses som en illustration av storleken på konverteringsfaktorn.

3.3 Systematisering av kalkylunderlag

Avsikten med blanketterna är att uppnå en enhetlig redovisning av resultat från elförbrukningskalkyler. Detta är möjligt endast genom en systematisering av kalkylunderlaget. Försök till systematisk indelning har gjorts i två huvudgrupper som redovisas i tabellform nämligen tabell 1 BYGGNADER, UTRYMMEN och tabell 2 ANLÄGGNINGAR, APPARATER.

TAB. 3.1 Sammanställning av konverteringsfaktorn K_E för olika typer av belastningar.

Relation mellan energiförbrukning (W) och installerad effekt (P): $W = K_E \times P \times (K_E = \text{kWh/år/W})$										
Byggnad Belastning	Bostäder		Kontor	Under- visn.	Sjukhus vårdhem	Varuhus	Kultur- hus kyrkor	Industri		
	Småhus	Fler- familjs- hus						mindre	större	
Belysning inomhus	0,5-1	0,5-1	0,6-2	1-2	0,5-2	1-3	0,5-2	2-3	2-3	
Belysning utomhus	1-2	2-3	1,5-3	1,5-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	
Elvärme utrymmen	1,5-3	1,5-4	1,5-3	1-4	2-5	1,5-6				
Elektr. varm- vattenberedn.	0,5-2	1-2	1-4	1-3	1-5					
Kraft till VVS-anl.	1-5	2-6	1-3	1-1,5	4-7	2-4	0,5-2	1,5-2,5	1,5-6	
Hiss- och transp.anl.	-	0,2-0,4	0,3-0,6	0,2-0,4	0,5-0,8	0,5-0,8	0,1-0,2	0,2-0,4	0,3-0,4	
Övrig kraft	1-2	1-2	2-3	1-2	1-4	2-4	0,5-2			
Total- belastning	1-3	1-3,5	2-2,5	1-2	1,5-3	2-4	0,5-2	2-3	2-3	
Total belast- ning med elvärm	2-3	2-4	2-4	1,5-3	1,5-4	2-5	0,5-3	2-6	2-6	

Den vertikala axeln i tabell 1 underindelar byggnader och den horisontala axeln underindelar utrymmen, se figur 3.2. Underindelningen av utrymmen har anpassats till ett förslag nr 1 till Produkttabell 3 i BSAB-systemet som utarbetats av Björn Tegner.

Den vertikala axeln i tabell 2 underindelar anläggningar, installationer huvudsakligen enligt huvudgrupper i BSAB-systemets produkttabell 2. Den horisontala axeln underindelar apparater m.m. delvis enligt BSAB-systemets produkttabell 1, se figur 3.3. Ytterligare underindelningar av såväl tabell 1 som tabell 2 framgår av bilaga 2.

1 BYGGNADER UTRYMMEN	A. Bruttoutrymmen	B. Nettoutrymmen	E. Arbetsutrymmen	L. Personutrymmen	S. Kommunikationsutrymme	T. Driftutrymmen	V. Övriga utrymmen
0 Komplex							
1 Bostäder							
2 Kontor och förvaltning							
3 Undervisning och forskning							
4 Sjukhus och vårdhem							
5 Varuhus och affärscentra							
6 Kulturhus, Kyrkor							
7 Hotell, restauranger							
8 Industri							
9 Övrigt							

FIG. 3.2 Tabell 1 Byggnader, Utrymmen

Exempel 14 E Sjukhusbyggnad, arbetsutrymme

E 14 Arbetsutrymme i sjukhus

För ytterligare underindelningar se bilaga 2.

Tabellerna med sina underindelningar bör göra det möjligt att hålla ihop information om riktvärden för skilda variabler med avseende på hela byggnader, olika utrymmen, anläggningar (installationer), utrustningar och apparater. Uppbyggnaden av tabellerna gör att primärindelning kan göras antingen efter den vertikala axeln eller den horisontala.

2 ANLÄGGNINGAR APPARATER MM								
	J. Elkanalisation, Elledningar	R. Pumpar, Kylaggregat m.m.	S. VA-installationsdon	T. Luftbehandlingsdon	U. Styr- och övervakningsdon	V. Elapparater	W. Apparater för hissar m.m.	Z. Övrigt
0 Komplex								
1 Vakant								
2 Vakant								
3 Vakant								
4 Vakant								
5 VVS, VA								
6 EL								
7 TRANSPORT								
8 STYR								
9 ÖVRIGT								

FIG. 3.3 Tabell 2 Anläggningar, Apparater mm

Exempel 25 T VVS-anläggning, Luftbehandlingsdon

T 25 Luftbehandlingsdon i VVS-anläggning

För ytterligare underindelningar se bilaga 2.

3.4 Kalkylvariabler

För att få fram användbara riktvärden på lämpliga kalkylvariabler behövs som tidigare nämnts insamlas och utvärderas uppgifter om energiförbrukningar och effektuttag för olika byggnader, utrymmen, elanläggningstyper, utrustningar och apparater. I utvärderingen skall ingå att ta fram empiriska konstanter, konverteringsfaktorer, belastningsfaktorer, sammanlagringsfaktorer, utnyttjningstider, installerad effekt (W/m^2), energiförbrukning (kWh/m^2) mm. Det är således viktigt att ett sådant forskningsarbete kommer till stånd snarast. Exempel på vissa riktvärden redovisas i efterföljande tabeller 3.2 t.o.m. 3.5. De redovisade värdena är dock mycket osäkra varför hänsyn måste tagas till detta vid utnyttjande av de redovisade värdena. Värden på energi- resp. effekt varierar även mellan olika år vilket framgår av fig. 3.4 som visar energiförbrukning (kWh/m^2), effektuttag (W/m^2) och utnyttjningstid för ett lasarettsområde i sydöstra Sverige. Tabell 3.2 redovisar riktvärden för installerad effekt och energiförbrukning per år för skolor, kontor och flerfamiljshus. Värdena är sammanställda från bl.a. FERA:s ELVÄRMEGRUPP och SÖ:s serie skolhus.

I tabell 3.3 redovisas en sammanställning av effekter på apparater och utrustningar i hushåll samt årsenergiförbrukningen för dessa. Värdena har hämtats från SOU 1974:76 "Energianvändning för lokalkomfort och hushåll". I tabellen avser procentsiffrorna under frekvenskolumnen hushållstäckningsgrad eller marknadsmättningsgrad.

Tabell 3.4 redovisar personbeläggning och effektuttag för belysning och allmän kraft inom vissa byggnader och utrymmen under det att tabell 3.5 är en förteckning över effekter för skolutrustning.

TAB. 3.2 Sammanställning av riktvärden för installerad effekt och energiförbrukning per år för skolor, kontor och flerfamiljshus.

	Skolor		Kontor		Flerfamiljshus	
	INSTALL. EFFEKT W/m^2	ENERGI- FÖRBR. $\text{kWh/m}^2, \text{år}$	W/m^2	$\text{kWh/m}^2, \text{år}$	W/m^2	$\text{kWh/m}^2, \text{år}$
Belysning, inomhus	15-30	20-30	20-30	15-30	10-20	10-20
Belysning, utomhus	2-5	5-15	2-5	5-15	1-3	3-10
Elektrisk uppvärmning	50-120	150-400	50-100	120-180	50-90	130-250
Kraft till VVS	4-20	6-20	5-20	10-40	2-7	15-60
Övrig kraft	5-40	30-50	5-30	10-40	5-15	30-70

TAB. 3.3 Delposter i hushållens energiförbrukning

Apparat	Effekt	Frekvens	Årsenergi
Kylskåp, 160 l	100 W	92%	600 kWh
Frysenshet, 300 l	150 W	48%	750 kWh
Elspis	8000 W	85%	600 kWh
Gasspis		15%	
Spisfläkt	120 W	25%	20 kWh (fläktmotor)
Diskmaskin	1500-2000 W värme 300-850 W pump	6%	200 kWh
Matberedningsmaskin	400-500 W	16%	
Elvisp	100-150 W	37%	
Kaffebruggare	700 W		100-200 kWh
Våffeljärn	900 W	63%	
Brödrost	1000 W	66%	
Tvättmaskin, 3-4 kg	3000 W	41,2% (småhus 70%)	500 kWh
Torkskåp, -tumlare			600-800 kWh
Strykjärn	1000 W	95%	50 kWh
Kallmangel	100-200 W		10 kWh
Strykmaskin	1100-1850 W		70 kWh
Elsymaskin	80 W	51%	5-10 kWh
Dammsugare	550 W	89%	60 kWh
Bastuaggregat	5000 W	2% (fritidshus 5%)	250 kWh
Förbränningsstolett	2200-2800 W		
Annan eltoalett	120-380 W		
TV, s/v	200 W	83%	100 kWh
TV, färg	400 W		200 kWh
Radio	45 W	100%	50 kWh
Skiv- eller band- spelare med förstärkare	100 W	29%	10-20 kWh
Motorvärmare	400 W	$1,0 \times 10^6$ st	700 kWh
Kupévärmare	600 W	$0,2 \times 10^6$ st	
Hobbymaskiner			-
<u>Hembelysning</u>			
15 st glödlampor á 55W		95% FERA-74	800 kWh
Lysrör i kök		15% EPU-73	400 kWh
<u>Tappvarmvatten:</u>			
Badrum/duschrum		78,2%	
Karbad			9 kWh/st
Dusch			3-4 kWh/st
Handdisk			?
Maskindisk			36-37 l/disk

TAB. 3.4 Personbeläggning och effektuttag per m² för belysning och övrig kraft

Byggnad	m ² /person	Belysning W/m ²	Övrig kraft W/m ²
Bostäder			
Flerfamiljshus	17-35	10-20	5-15
Kontor och förvaltning	8-15	20-30	5-30
Undervisning och forskning		15-30	5-40
Klassrum, grupprum	2-4	15-20	
Sjukhus och vårdhem	8-10	20-30	10-30
patientrum		10	20
operationsrum		100	70
Varuhus och affärscentra	2-8	10-25	10-30
Kulturhus och kyrkor		10-20	5-10
kyrkor, teatrar	0,5-1	20-30	
museum, bibliotek	6-10		
Hotell och restauranger			
hotellrum	10-30	20	5
cafeteria	1,3-1,5	10-20	5-10
restaurang	1,5-3,0	15-20	5-10

TAB. 3.5 Förteckning över effekter för utrustning i skolor

Kategori	Apparat	Effekt i kW
Köksutrustning och utrustning för hemkunskap	Spis	4-15
	Mikrovågsugn	0,7-1,5
	Konvektionsugn	24-30
	Kokgryta	10-45
	Kokeri	1-10
	Värmeri	1-10
	Värmeskåp	0,5
	Utlämningsdisk	0,25-0,75
	Dispenser	1-3
	Kaffemaskin	2-3
	Grönsaksskärare	0,5
	Diskmaskin, mindre	1-2
	" värme	10-15
	" pump	2
	Genomströmningsapparat	6-27
	Tvättmaskin	2-4
	Centrifug	0,5-1
	Torktumlare	2-3
	Torkskåp	2
	Mangel	0,1-0,2
Utrustning för slöjd och verkstad	Pelarbormaskin	0,5-1
	Slipmaskin	0,2-2,5
	Slipstensställ	0,5
	Svarv	1-4
	Bandsåg	0,5-1
	Byggnadssåg	2-2,5
	Kontursåg	0,5
	Hyvel	1-2
	Kapmaskin	1-3
	Brännugn	1-2
	Elsvetsutr.	1-15
AV-utrustning	Projektor	0,1-0,5
	TV-apparat	0,2-0,4
	Radio	0,05
	Bandspelare	0,1
	Grammofon	0,1

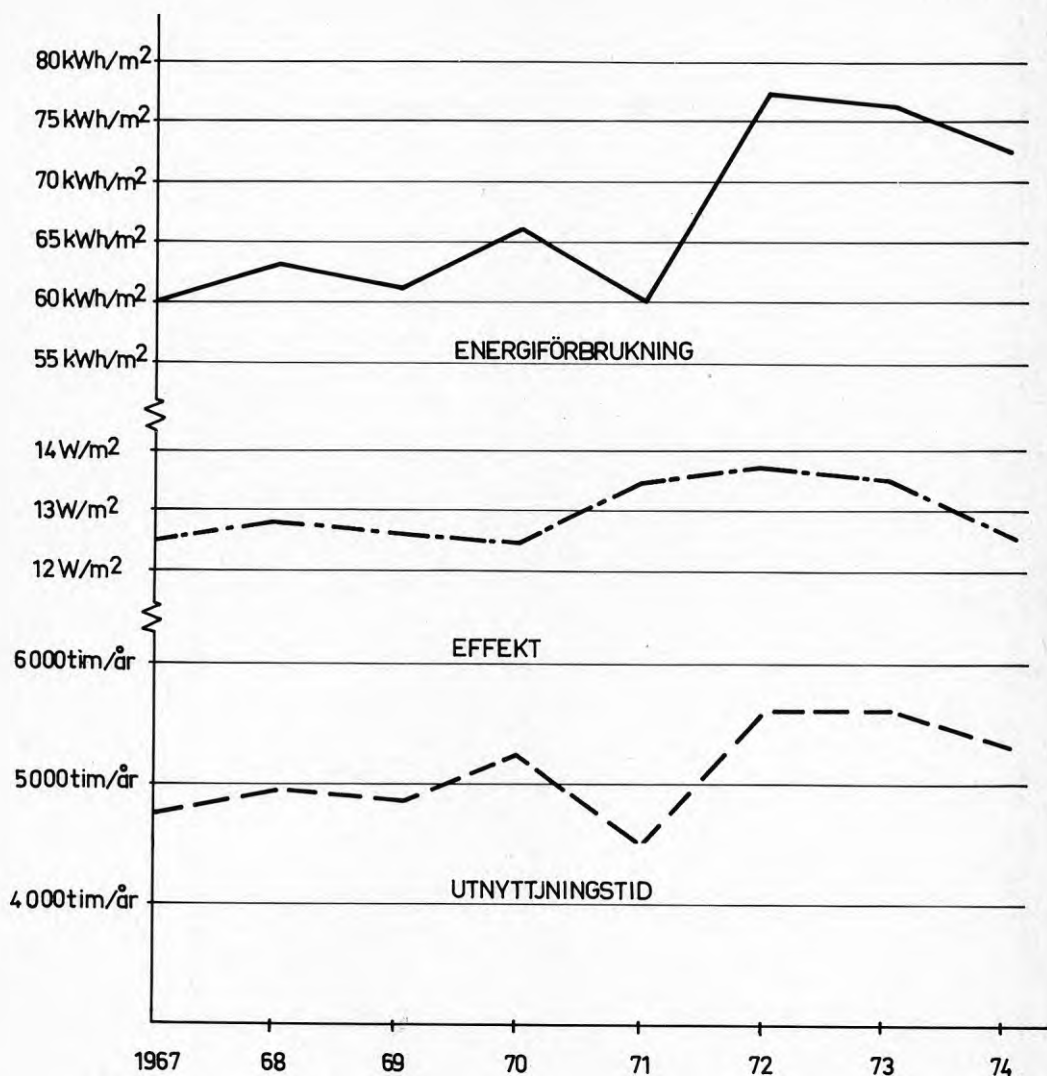


FIG. 3.4 ENERGIFÖRBRUKNING PER ÅR (kWh/m²) EFFEKTUTTAG (W/m²) OCH UTNYTTJNINGSTID FÖR CENTRALLASARETTSOMRÅDE I SYDÖSTRA SVERIGE UNDER ÅREN 1967 - 1974.

4.1 Förutsättningar

Typexemplet är en mindre industribyggnad med verkstadshall och kontorsdel. Belysningsanläggningen består av metallhalogenlampor i verkstadshallen. I övriga utrymmen finns lysrörs- och glödljusarmaturer. Anläggningen styrs av ljusrelä och tidur till vissa delar och i övrigt med strömställare. Byggnaden är eluppvärmd med värmepump av typ luft-luftsystem som är integrerat med den övriga luftbehandlingsanläggningen och med elradiatorer för att förhindra kallras. Klimatberäkningarna är utförda för Stockholmstrakten.

Den övriga kraften förbrukas i huvudsak av maskiner för produktionen.

4.2 Redovisning av resultat

På följande sidor redovisas elförbrukningskalkylen med hjälp av blanketterna.

Byggherrens namn och adress	ELFÖRBRUKNINGSKALKYL
Telefonnr.	☐ tillhör systemhandling
Handläggare	☐ tillhör bygghandling
	Utförd av (person- och firmanamn)
	Datum

Objekt (nr och benämning)	Total area m ²	3200
	Byggnadsvolym m ³	16000
	Max. antal våningsplan	3
	Antal arbetsplatser	59

Konsult	Namn och adress	Handläggare	Telefonnr.
A			
K			
V			
E			

Särskilda upplysningar:

Byggnaden är uppvärmd av värmepumpar av luft-lufttyp samt till viss del av elradiatorer. Uppvärmningen styrs av termostater och kopplingsur. Belysningen styrs av kopplingsur och ljusrelä.

Blankett nr 1

Värmeapparat	Styrsystem	Installerad effekt kW	Konverterings- faktor	Energiför- brukning kWh/år	Installerad effekt och energiförbrukning W/m ²	kWh/m ² år
Totalt						
Anm.						

Blankett 63.29

5 METODUTVECKLING

Beräkning av den totala sammanlagrade effekten kan ske med hjälp av lämpliga regressionsmodeller mellan årlig energiförbrukning och maximaleffekt (se fig. 5.1). Modeller av denna typ förekommer redan i beräkningar för eldistributionsnät (Velanders formel).

Empiriska konstanter som används i en sådan formel får olika värden för olika typer av belastningar. Det fordras även att konstanternas värde uppdateras med hänsyn till förändringar i belastningarnas egenskaper såsom storlek och variationsmönster. Denna uppdatering blir ännu mer aktuell vid införande av energihushållningsåtgärder i olika anläggningar.

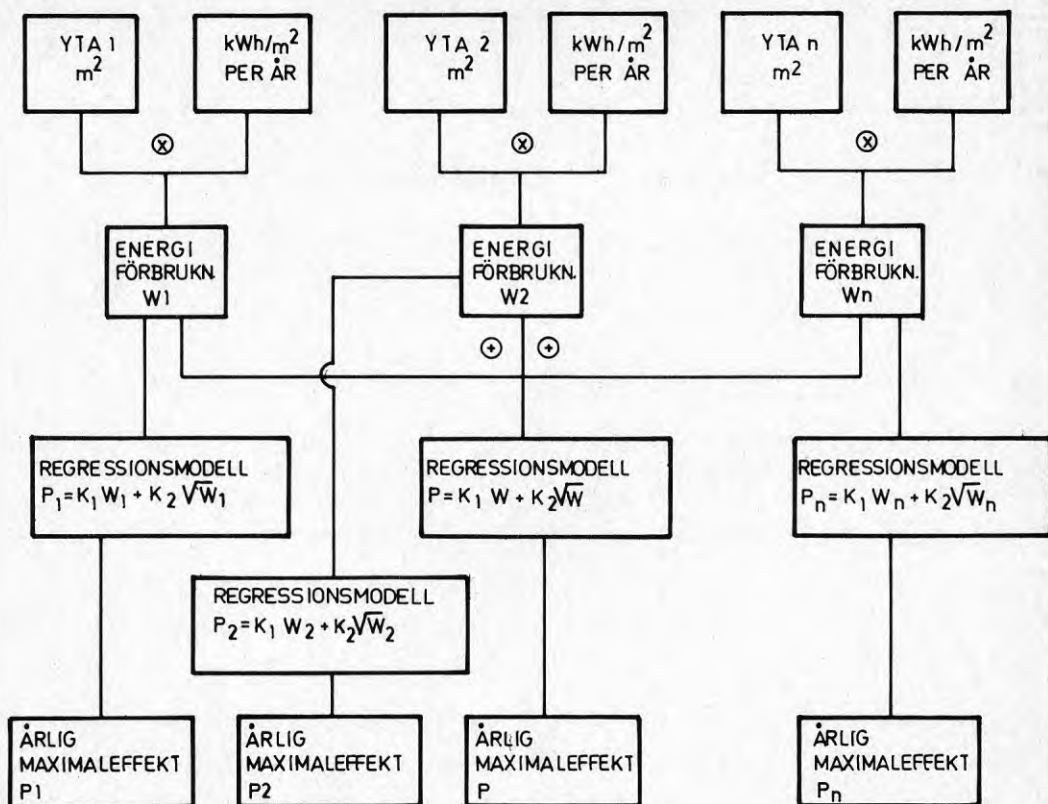
Tillgängliga uppgifter för fastställande av empiriska- och regressionskonstanter för energianläggningar i större byggnader är bristfälliga. Insamling av dessa uppgifter kan till en stor del ske genom driftstatistik och energimätningar i befintliga byggnader, alternativt genom analys av tillgängligt belastningsunderlag från tidigare utförda mätningar. Till en viss del kan även uppgifter erhållas genom utveckling av lämpliga beräkningsprocedurer. Driftstatistik och andra önskvärda uppgifter kan förhoppningsvis erhållas från enstaka byggnadsförvaltare och bl.a. omfatta:

- Rapporter om fel via driftpersonalen.
- Synpunkter från hyresgäster och/eller de personer som har sin verksamhet inom lokalerna.
- Räkningar från energileverantörer.
- Information om anläggningen som fås via inbyggda mätinstrument och kännande organ.
- Drifttidmätning, temperaturregistrering, energimätning, driftkort på vilka maskinens eller apparatens tillstånd noteras enligt uppgjort schema.

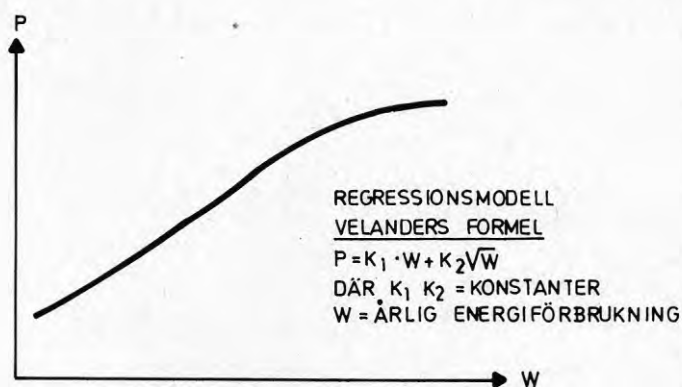
För att kunna dra nytta av dessa informationer måste de systematiskt samlas in och sorteras. Därefter utvärderas informationen.

5.1 Belastningsmätningar, analyser och systematisering

För vissa typer av anläggningar såsom eluppvärmda småhus och flerfamiljshus finns redan omfattande belastningsunderlag från utförda energimätningar. För större byggnader såsom kontorsbyggnader saknas emellertid liknande belastningsdata. Behov av insamling av sådan statistik föreligger. Det är således angeläget att insamla och utvärdera uppgifter om energiförbrukningar och effektuttag för skilda slag av byggnader, utrymmen, anläggningar



(a) Flödesschema för beräkning av sammanlagrad maximeffekt



(b) Regressionsmodell Velenders formel

FIG. 5.1 Beräkning av sammanlagrad maximeffekt med hjälp av regressionsmodell Velanders formel.

utrustningar och apparater. Behov föreligger även av kompletterande mätningar samt erfarenhetsåterföring från tidigare upprättade elförbrukningskalkyler. Beräknade respektive uppmätta värden jämförs och övriga uppgifter inklusive erfarenhetsvärden analyseras varefter riktvärden för kalkylvariabler kan framtagas.

Variablerna för kalkylerna bör väljas så att ett så säkert underlag som möjligt kan användas och att värden lätt kan tas fram. Samtidigt bör möjligheten till utveckling av kalkylmetoder, t.ex. byte av variabler när säkrare underlag finns, hållas öppen.

För att på sikt ta fram statistik för energiförbrukningskalkyler är det nödvändigt att det redan vid projekteringen tänks på att göra anläggningen mätvänlig. Vid utformning av lämpligt styrsystem eller injustering av befintliga anläggningar är det önskvärt att kunna analysera anläggningarnas funktioner så noggrant som möjligt och studera inverkan av olika åtgärder på energiförbrukning och eleffektuttag.

Kompletterande mätningar erfordras bl.a. av:

- Uttagen effekt inom utrymmen, för utrustningar m.m.
- Årsenergi inom utrymmen, för utrustningar m.m.
- Temperaturer vid elvärmeanläggningar m.m.
- Belysningseffekter och belysningsstyrkor
- Förluster i eldistributionssystemet.

En fortsatt metodutveckling för upprättande av elförbrukningskalkyler bör ta sikte på att för skilda utrymmen och anläggningar m.m. få fram bl.a.:

- Lämpliga kalkylvariabler.
- Samband mellan variabler såsom energi, effekt, temperatur, isolering, dagsljus m.m.
- Sammanlagringsfaktorer, utnyttjningstider m.m. för olika anläggningar och utrustningar.
- Konverteringsfaktorer
- Dygnsvariationskurvor
- Varaktighetskurvor
- Regressionsmodeller
- Modeller för utformning av styrsystem

Systematiseringen av kalkylunderlagen bör även överarbetas och i möjligaste mån anpassas till nuvarande och framtida produkttabeller i BSAB-systemet samt till övriga system för kalkylering m.m. som kan bli förhärskande på byggmarknaden.

5.2 Datorprogram

Utöver de uppgifter om energiförbrukningar och effektuttag som behöver insamlas och utvärderas för att få fram lämpliga riktvärden på kalkylvariabler är det även önskvärt att utveckla datorprogram för driftsimulering. Inverkan av alternativa förutsättningar kan då utvärderas mer i detalj.

Simuleringsprogrammen konstrueras så att i anläggningarna ingående elapparater och utrustningar representeras av installerade effekter. Förhållanden såsom utomhus- och inomhusklimat, arbetsaktiviteter inom byggnaden, förbestämda drifttider m.m. under vilka anläggningarna skall utföra sina funktioner simuleras med hjälp av statistiska data. Simulering av dessa förhållanden kan ske med hjälp av etablerade matematiska samband och funktioner vilka avbildar förlopp så noggrannt som möjligt. Samtidigt utvecklas matematiska modeller för styr- och reglersystem som med hänsyn till simulerade förhållanden styr anläggningarnas funktioner för att tillgodose aktuella behov för belysning, värme, kylning, ventilation, transporter m.m.

Det existerar redan i utlandet ett flertal omfattande datorprogram för simulering av uppvärmnings- och ventilationsanläggningar. I Sverige har emellertid inget sådant datorprogram utvecklats ännu. Enkla datorprogram vilka schematiserar uppvärmnings- och ventilationsanläggningarnas drift med hjälp av normala varaktighetskurvor för utetemperatur förekommer dock. Datorprogram för simulering av elenergianläggningarnas drift saknas helt.

Målsättningen med simuleringsprogram är att kunna studera anläggningarnas funktioner timme för timme ett helt år eller en serie på flera år. Programmen bör vara sådana att inverkan av tänkbara energihushållningsåtgärder på anläggningarnas effektuttag och energiförbrukning skall kunna studeras utan omfattande energimätningar. Detta torde dock vara möjligt enbart genom att korrelera beräknade resultat med mätningar i verklig drift.

Behov av metodutveckling avseende simulering av klimatanläggningar i byggnader och energisystemanalys redovisades i två inlämnade BFR-rapporter av Engelbrekt Isfält och Roger Taeslers samt Zahir Fikri. Problemområden inom vilka FoU-insatser bör göras behandlas utförligt i dessa rapporter.

De simuleringsprogram som behöver utvecklas för analys av elenergianläggningarnas drift avser vidareutveckling av beskrivna beräkningsmetoder i de föregående avsnitten. De kan även utgöra ett komplement till simuleringsprogram för konventionella uppvärmnings- och ventilationsanläggningar. Metodutveckling bör avse både anläggningar i nya och befintliga byggnader.

5.3 Metod för beräkning av belastningars specifika storheter

Under 1975 redovisades i en doktorsavhandling (Fikri, 1975) vid Tekniska Högskolan i Stockholm en metod för beräkning av belastningarnas specifika storheter såsom maximaleffekt, utnyttjningstider, dygnsvariationskurvor, sammanlagring resp. överlagring. Denna metod bygger på sammanslagning av enskilda belastningars statistiska fördelningar och kan användas dels för beräkning av belastningars storlek i byggnader, dels för uppskattning av belastningsstorlek i olika delar av stora system såsom eldistributionssystem. En kortfattad beskrivning av metoden anges i bilaga 3.

Adamson, B, Hämler, J & Mandorff, S, 1975, Energibesparing. En undersökning i två flerfamiljshus (Statens Råd för Byggnadsforskning) Rapport R23:1975, Stockholm

Byggnadsenergigruppen, 1974, Energianvändning i byggnader. (Statens Råd för Byggnadsforskning) Rapport R10:1974, Stockholm

Byggnadsstyrelsen, 1976, KBS-anvisning 3:4, Gränsdragning mellan fastighet om inredning/utrustning, Stockholm

Byggnadsstyrelsen, 1974, KBS-anvisning 27, Anvisning om energiekonomi, Stockholm

Clark, F, 1973, Accurate light loss factors contribute to efficient energy use, Lighting Design & Application, Oct. 1973

Carlsson, L, Fikri, Z och Käll, G. Projektering av elanläggningar i byggnader från energihushållningssynpunkt. Del 1, Kartläggning av FoU-behov, Statens Råd för Byggnadsforskning, Rapport R :1977.

Fera, Elvärmegruppen, drifterfarenheter från olika byggnader, Stockholm

Fikri, Z, 1975, Statistical Load Analysis for Distribution Network Planning, Inst. för el.anl. KTH, Stockholm

Fikri, Z, Energisystemanalys-behov av simulering, mätning och utvärdering, Statens Råd för Byggnadsforskning 1976

Håål, S & Lindskough, N-E, 1970, Två års el-värmemätningar i Råslätt VVS nr 11, 1970, Stockholm

Lundén, L och Berghe, J-O. Effekttuttag i lägenheter systematiskt uppmätt. ERA 11.1974.

Löfberg, H.A, Dagsljus utomhus. Grundläggande samband och tillämpningsexempel. Byggforskningens informationsblad B9:1976

Mc Partland, J, F, Electrical Systems for Power and Light, New York

Mc Partland, J, F, Electrical Systems Design, New York

Nyberg, U, Värme- och klimatmätning i lägenheter, (Statens Råd för Byggnadsforskning) Rapport R24:1976, Stockholm

Statens Planverk, 1975, Sven Byggnorm 1975, Supplement 1 Energihushållning m.m. Stockholm

SÖ:s publikationserie Skolhus

Tegnér, B, Förslag nr 1 till P3-tabell Utrymmen, byggvolymer 1976-12-10 Stockholm

BILAGA 1

BLANKETTER FÖR ELFÖRBRUKNINGSKALKYLER

Blanketterna avses användas för redovisning och sammanställning av elförbrukningskalkylen. Till varje blankettformulär finns en anvisning för ifyllande av data. I anvisningarna används följande beteckningar för olika datatyper.

D = Datasammanställning från ritningar, beskrivningar o.dyl.

V = Riktvärden på lämpliga kalkylvariabler

B = Beräkningsresultat

Detta motsvarar i blanketterna rutor av olika typer. D motsvarar en enkel ruta , V motsvarar en ruta med grova omslutningsränder och B motsvarar en ruta med dubbla omslutningsränder varav den inre streckad .

Innehåll

Blankett 1	Allmänna uppgifter om objektet	
Blankett 60	Elförbrukningskalkyl. Totalsammanställning.	
Blankett 62	Ställverk, transformatorer, elförbrukningskalkyl	
Blankett <u>63.11</u>	Belysning inomhus. Elförbrukningskalkyl	
Blankett <u>63.12</u>	Belysning utomhus	"
Blankett <u>63.21</u>	Elvärme, utrymmen	"
Blankett <u>63.29</u>	Övrig Elvärme	"
Blankett <u>63.31</u>	Kraft till VVS-anläggningar . Elförbrukningskalkyl	
Blankett <u>63.391</u>	Övrig kraft	Elförbrukningskalkyl
Blankett <u>63.392</u>	Övrig kraft. Apparater	"
Blankett 70	Transportanlägggn.	"

ANVISNING TILL BLANKETT 1

Allmänna uppgifter om objektet.

- 1 Alternativt kan här anges antal personer som normalt arbetar eller vistas i byggnaden/utrymmet.
- 2 Beteckningarna för de olika projektörerna framgår av följande vedertagna lista:
 - A arkitekt
 - K byggnadskonstruktör
 - V VVS-konstruktör
 - E elkonstruktör
 - i aktuella fall ifylls även övriga projektörer
 - IA inredningsarkitekt
 - LA landskapsarkitekt
 - M markundersökare, geotekniker
 - VA konstruktör för yttre vatten och avlopp
 - S specialkonsult för styr, väg, kyla, kök, akustik etc.
- 3 Under särskilda upplysningar kan anges speciella förhållanden för projekteringen och/eller driften, t.ex. vidtagna energibesparingsåtgärder, stora anslutna effekter eller energiförbrukare.

ANVISNING TILL BLANKETT 60

Totalsammanställning. Elförbrukningskalkyl

Uppgifterna om installerad effekt, energiförbrukning och typ av styrsystem tas från blanketterna för de olika anläggningarna (D)

- 1 Utnyttjningstiden tas från tabell. (V)
- 2 Den uttagna effekten fås genom division av energiförbrukningen med utnyttjningstiden. (B)
- 3 De uttagna effekterna från varje anläggningstyp summeras och ifylls i raden under "TOTALT". (B)
- 4 Uttagen effekt totalt divideras med summan enligt 3. Resultatet, sammanlagringsfaktorn, inskrivs i nedersta raden. (B).

ANVISNING TILL BLANKETT 62

Ställverk, transformatorer. Elförbrukningskalkyl

- 1 Förlustenergiförbrukare kan vara en transformator, säkringar, omformarutrustningar, långa ledningar m.m. (D).
- 2 Konverteringsfaktorn väljs från tabell. (V)
- 3 Energiförbrukningen beräknas genom multiplikation av installerad effekt och konverteringsfaktor (B).
- 4 Den specifika effekten och energiförbrukningen per m^2 och år beräknas utifrån byggnaden totala yta.
- 5 Övriga värden hämtas från beskrivning m.m. (D)

ANVISNING TILL BLANKETT 63.11

Belysning inomhus. Elförbrukningskalkyl

- 1 Typ av utrymme bestäms med hjälp av utredningens tabell över utrymmen. (D)
- 2 Konverteringsfaktorn väljs från tabell. (V)
- 3 Energiförbrukningen beräknas genom multiplikation av installerad effekt med konverteringsfaktor (B).
- 4 Övriga uppgifter hämtas från beskrivningar m.m.(D)

ANVISNING TILL BLANKETT 63.12

Belysning utomhus. Elförbrukningskalkyl

- 1 Konverteringsfaktorn väljs från tabell. (V)
- 2 Energiförbrukningen beräknas genom multiplikation av installerad effekt med konverteringsfaktor. (B)
- 3 Övriga uppgifter hämtas från beskrivningar m.m. (D)

ANVISNING TILL BLANKETT 63.21

Elvärme, utrymmen. Elförbrukningskalkyl

- 1 Konverteringsfaktorn väljs från tabell. (V)
- 2 Energiförbrukningen beräknas genom multiplikation av installerad effekt och konverteringsfaktorn. (B)
- 3 Den specifika effekten och energiförbrukningen beräknas med avseende på ytan av det uppvärma utrymmet. (B)
- 4 Övriga värden hämtas från beskrivningar, m.m. (D)

ANVISNING TILL BLANKETT 63.29

Övrig elvärme. Elförbrukningskalkyl

Blanketten används för punktvärmebelastningar som ej är avsedda för den normala rumsuppvärmningen, t.ex. varmvattenberedare, bastuaggregat, spisar.

- 1 Konverteringsfaktorn väljs från tabell. (V)
- 2 Energiförbrukningen beräknas genom multiplikation av installerad effekt med konverteringsfaktorn. (B)
- 3 Den specifika effekten och energiförbrukningen beräknas med avseende på byggnadens totala yta. (B)
- 4 Övriga värden hämtas från beskrivningar, m.m. (D)

ANVISNING TILL BLANKETT 63.31

Kraft till VVS-anl. Elförbrukningskalkyl

Blanketten används för att beräkna förbrukningen till fläktar, pumpar, kyla, befuktning m.m.

- 1 I kolumn "VVS-system" ifylls systemets art t.ex. vent. med återluft, med kyla, med befuktning, eller om det gäller pumpar osv. (D)
- 2 Konverteringsfaktorn väljs från tabell. (V)
- 3 Energiförbrukningen bestäms genom multiplikation av installerad effekt med konverteringsfaktorn. (B)
- 4 Specifik effekt och energiförbrukning beräknas med avseende på den yta som betjänas av VVS-anläggningen. (B)
- 5 Övriga uppgifter hämtas från beskrivning m.m. (D)

ANVISNING TILL BLANKETT 63.391

Övrig kraft. Elförbrukningskalkyl

Blanketten används för beräkning av allmän kraft till apparater som ha låg förbrukning och ej specificeras, t.ex. olika kontorsmaskiner, uttagscentraler i laboratorier.

- 1 Konverteringsfaktorn väljs från tabell. (V)
- 2 Energiförbrukningen beräknas genom multiplikation av installerad effekt med konverteringsfaktorn. (B)
- 3 Övriga värden hämtas från beskrivningar, m.m. (D)

ANVISNING TILL BLANKETT 63.392

Övrig kraft, apparater. Elförbrukningskalkyl

Blanketten används för maskiner och apparater med hög effekt eller stor energiförbrukning såsom produktionsmaskiner, ugnar, autoklaver.

- 1 Konverteringsfaktorn väljs från tabell. (V)
- 2 Energiförbrukningen beräknas genom multiplikation av installerad effekt med konverteringsfaktorn. (B)
- 3 Den specifika effekten och energiförbrukningen per m^2 beräknas med avseende på byggnadens totala yta.
- 4 Övriga värden väljs från beskrivningar, m.m. (D).

ANVISNING TILL BLANKETT 70

Transportanläggningar. Elförbrukningskalkyl

- 1 Anläggningarna indelas i hissar, persontransportörer, varutransportörer, avfallstransportörer enligt beskrivning. (D)
- 2 Konverteringsfaktorn väljs från tabell. (V)
- 3 Energiförbrukningen beräknas genom multiplikation av installerad effekt och konverteringsfaktorn. (B)
- 4 Den specifika effekten och energiförbrukningen beräknas med avseende på byggnadens totala yta. (B)
- 5 Övriga värden hämtas från beskrivningar m.m. (D)

Byggherrens namn och adress
Telefonnr.
Handläggare

ELFÖRBRUKNINGSKALKYL

- ☐ tillhör systemhandling
☐ tillhör bygghandling

Utförd av (person- och firmanamn)

Datum

Objekt (nr och benämning)	Total area m ²	3200
	Byggnadsvolym m ³	16000
	Max. antal våningsplan	3
	Antal arbetsplatser	59

Konsult	Namn och adress	Handläggare	Telefonnr.
A			
K			
V			
E			

Särskilda upplysningar:

Byggnaden är uppvärmd av värmepumpar av luft-lufttyp samt till viss del av elradiatorer. Uppvärmningen styrs av termostater och kopplingsur. Belysningen styrs av kopplingsur och ljusrelä.

Blankett nr 1

OBJEKT:

ELFÖRBRUKNINGSKALKYL
TOTALSAMMANSTÄLLNING

Totalarea: m ²		Byggnadsvolym: m ³		Antal plan:		Antal arbetsplatser:	
	Styrsystem	Installerad effekt kW	Energiförbrukning kWh/år	Utnyttjningstid timmar	Uttagen effekt		Energiförbrukning per år kWh/m ³
					kW	W/m ²	
62 Transformatoranl.							
63.11 Inomhusbelysning							
63.12 Utomhusbelysning							
63.21 Elvärme. Utrymmen							
63.29 Övrig elvärme							
63.31 Kraft till VVS-anl.							
63.391 Övrig kraft							
63.392 Övrig kraft. Appar.							
70 Transportanläggningar							
TOTALT							
Summa av rad 62.3 - 70							
Sammanlagringsfaktor							
Anm.							

63.12 BELYSNING UTOMHUS. Elförbrukningskalkyl

OBJEKT:

Utrymme	Längd m	Bredd m	Yta m ²	Antal bilar	Huvud- saklig ljus- källa	Styr- system	Medelbe- lysnings- styrka lux	Instal- lerad effekt kW	Konverte- rings- faktor	Energi- förbruk- ning kWh/år	Installerad effekt och energiför- brukning			
											W/m	W/m ²	kWh/m ² år	kWh/m ² , år
Vägar och gator														
Parkeringsplatser														
Parker														
Gårdar														
Idrottsanläggningar														
Fasader														
Totalt														
Anm.														

63.21 ELEKTRISK UPPVÄRMNING. UTRYMMEN. Elförbrukningskalkyl

OBJEKT:

k-värde väggar:		W/m ² °C		k-värde tak:		W/m ² °C		k-värde golv:		W/m ² °C		k-värde fönster:		W/m ² °C		DUT:	
Yta	Dimensionerande temperatur		Typ av elvärm- anlägg- ning	Styr- system	Installe- rad effekt kW	Konver- terings faktor	Energi- förbruk- ning kWh/år	W/m ²	W/m ² °C	kWh/m ² år	W/m ² °C	W/m ²	Installerad effekt och energi- förbrukning		kWh/m ² år	W/m ² °C	
	DIT °C	DIT-DUT °C															
Utrymme	2 m																

BILAGA 2SYSTEMATISK INDELNING AV BYGGNADER, UTRYMMEN,
ANLÄGGNINGAR, APPARATER MM (Förslag)

Den systematiska indelningen har gjorts i två huvudgrupper

Tabell 1 BYGGNADER/UTRYMMEN

Tabell 2 ANLÄGGNINGAR/APPARATER MM

Varje huvudgrupp kan redovisas i matrisform med undergrupper. BYGGNADER resp. ANLÄGGNINGAR underindelas efter vertikalaxeln och UTRYMMEN resp. APPARATER MM underindelas efter horisontalaxeln. Se nedanstående figurer samt fig. 3.2 och fig. 3.3

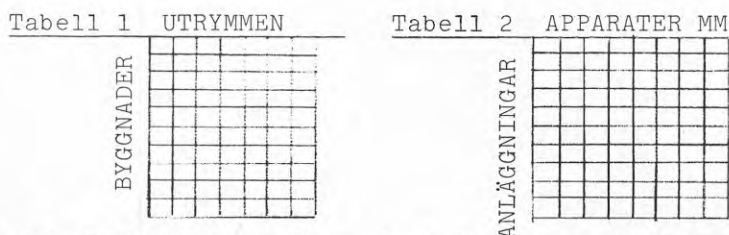


FIG. B2.1 Princip för underindelning av huvudgrupper.

Primärindelning kan enligt behov och önskan antingen göras efter den vertikala axeln eller den horisontala axeln. Efterföljande tabeller B2.1 t.o.m B2.4 visar underindelingar av vertikalaxeln resp. horisontalaxeln för såväl tabell 1 BYGGNADER/UTRYMMEN som tabell 2 ANLÄGGNINGAR/APPARATER MM.

Utöver BYGGNADER/UTRYMMEN kan även BYGGVOLYMER bli aktuella. BYGGVOLYMER kan då underindelas enligt tabell B2.5.

Indelningar för UTRYMMEN, BYGGVOLYMER baserar sig på förslag utarbetat av arkitekt Björn Tegnér (1976-12-10). Indelningar för ANLÄGGNINGAR, APPARATER MM baserar sig huvudsakligen på BSAB-systemet P2- resp. P1-tabeller. Indelning av BYGGNADER är ett förslag som inte är genomarbetat och därför ofullständigt men torde kunna användas till dess att BSAB-systemet utbyggs med motsvarande tabell.

TAB. B2.1 BYGGNADER/UTRYMMEN. Underindelning av
vertikalaxeln. Byggnader

Grupp	Underindelning
1. BOSTÄDER	1.1 Småhus 1.2 Flerfamiljshus 1.3 Pensionärshus 1.4 Student- och elevbostäder 1.5 Fritidshus 1.6
2. KONTOR OCH FÖRVALTNING	2.1 Kontorsbyggnader (renodlade) 2.2 Regeringsbyggnader, Länsstyrelser, 2.3 Bankhus, Försäkringsbyggnader 2.4 Stadshus, Kommunalhus 2.5 Polishus, Tullhus, Brandstationer 2.6 Tingshus, Rådhus 2.7 Byggnader för post, tele, radio 2.8 Bilbesiktningsanläggningar 2.9 Övrigt
3. UNDERVISNING OCH FORSKNING	3.1 Förskolor, Barnstugor 3.2 Låg- och mellanstadieskolor 3.3 Högstadieskolor 3.4 Gymnasieskolor 3.5 Universitet och högskolor 3.6 Forskningsinstitut 3.7 AMU-center, yrkesskolor 3.8 Specialskolor 3.9 Övrigt
4. SJUKHUS OCH SOCIALVÅRD	4.1 Centralsjukhus 4.2 Annex- och långvårdssjukhus, sjukhem 4.3 Vårdcentraler, Läkarestationer 4.4 Mentalsjukhus 4.5 Djursjukhus 4.6 Eftervårdsanläggningar 4.7 Pensionärshem, Ungdomshem 4.8 Socialvårdsanläggningar 4.9 Övrigt
5. VARUHUUS OCH AFFÄRSCENTRA	5.1 Butiker 5.2 Stormarknader, Hallar 5.3 Varuhus 5.4 Affärscentra 5.5 Kommersiella utställningsbyggnader 5.6
6. KULTURHUUS OCH KYRKOR	6.1 Museiebyggnader, konsthallar 6.2 Teatrar, biografer 6.3 Konserthus, Operahus 6.4 Folkets hus, Församlingshus 6.5 Kyrkor, Kapell 6.6 Krematorier 6.7

TAB. B2.1 forts.

Grupp	Underindelning
7. HOTELL, RESTAURANGER	7.1 Storhotell
	7.2 Turisthotell
	7.3 Motell
	7.4 Pensionat
	7.5 Vandrarhem
	7.6 Restauranger, Vårdshus
	7.7 Lunchbarer, cafeterior
	7.8
8. INDUSTRI PRODUKTION	8.1 Energiproduktionsanläggningar
	8.2 Järn-, metall- och verkstadsindustri
	8.3 Textil-, läder-, gummi- och konfek- tionsindustrier
	8.4 Trä-, massa-, pappers- och grafiska industrier
	8.5 Kemisk-tekniska industrier
	8.6 Gruv- och stenindustrier
	8.7 Jordbruks- och livsmedelindustrier
	8.8 Småindustri, hantverkshus
	8.9 Övrigt
9. ÖVRIGT	9.1 Sportanläggningar
	9.2 Kriminalvårdsanläggningar
	9.3 Vattenverk, Avloppsreningsverk
	9.4 Byggnader för väg-, sjö- och lufttrafik (P-hus, terminaler)
	9.5

TAB. B2.2 BYGGNADER/UTRYMMEN. Underindelning av
horisontalaxeln. Utrymmen

Komplex	Underindelning	Exempel
E ARBETSUTRYMMEN Utrymmen för hantering, bear- betning och för- varing av pro- dukter.	F Intagningsutrymmen	expeditioner lastkajer godsmottagningar
	J Utgivningsutrymmen	
	G Förvaringsutrymmen	förråd arkiv garage
	I	
	H Bearbetningsutrymmen	arbetsrum kontorsrum verkstäder försäljnings- lokaler undervisnings- lokaler vårdrum kök tvätterier
	K Övriga utrymmen	
L PERSONUTRYMMEN utrymmen för primära mänsk- liga behov	M Rekreatationsutrymmen	vardagsrum uppehållsrum paus-/rastrum
	N Vil-/sovutrymmen	vilrum sovrum
	O Matutrymmen	matplatser matrum matsalar
	P Tvättningsutrymmen	tvättplatser badrum duschrum omklädningsrum bastu
	Q TC/WC utrymmen	

TAB. B2.2 forts.

Komplex	Underindelning	Exempel
S	KOMMUNIKATIONS- UTRYMMEN Utrymmen för transport av människor och material	entré korridorer trappor utrymmen i trans- portanordningar som hisskorgar, rulltrappor
T	DRIFTUTRYMMEN utrymmen för försörjning av lokaler med klimat, media eller trans- portanord- ningar och för skötsel och drift av lokaler	apparatrum pannrum fläktrum kompressorrum transformatorrum ställverk rum för elcentra- ler telerum lednings- kulvertar ledningsschakt sopschakt hisschakt hissmaskinrum utrymmen för rulltrappor separationsrum städrum
V	ÖVRIGA UTRYMMEN	

TAB. B2.3 ANLÄGGNINGAR/APPARATER MM. Underindelning
av vertikalaxeln. Anläggningar

Huvudgrupp	Undergrupp
5 VVS, VA	52 Vatten, avlopp
	54 Gas, tryckluft
	55 Kyla
	56 Värme
	57.3 Tilluftssystem
	57.6 Frånluftssystem
	57.9 Övrigt
6 EL	62.2 Ställverksanläggningar
	62.3 Transformatoranläggningar
	62.4 Omformaranläggningar
	62.5 Reservkraftanläggningar
	63.1 Belysningsanläggningar
	63.2 Elvärmeanläggningar
	63.3 Anläggningar för motordrift
	64 Teletekniska anläggningar
7 TRANSPORT	71 Hissar
	73 Persontransportörer
	75 Varutransportörer
	77 Avfallstransportörer
8 STYRNING	81 Manuell styrning
	82.1 Reglering
	82.2 Programstyrning
	83.1 Indikering
	83.2 Mätning

TAB.B2.4 ANLÄGGNINGAR/APPARATER MM. Underindelning av horisontalaxeln. Apparater mm

Huvudgrupp	Undergrupp
J ELKANALISATION, ELLEDDNINGAR	J2.3 Kanalskenesystem J4 Isolerade ledningar J7.1 Oisolerade luftledning J7.2 Isolerade luftledning
R CISTERNER PUM- PAR OCH KOMPRES- SORER, BRÄNNARE VÄRME- OCH KYL- DON, KYLAGGRE- GAT ...	R3.1 Pumpar R3.2 Kompressorer R4.4 Elpannor R5.1 Oljebrännare R5.2 Gasbrännare R5.3 Kombinationsbrännare R6.5 Vattenvärmare
S VA-INSTALLA- TIONSDON	S3.4 Diskmaskiner, tvättmaskiner, torkskåp
T LUFTBEHAND- LINGSDON	T0.1 Sammansatt utrustning. Tillluftsaggregat T0.2 Sammansatt utrustning. Frånluftsaggregat T0.3 Sammansatt utrustning. Cirkulationsaggregat T0.4 Sammansatt utrustning Fläktrum mm T3.2 Frammatningsfilter T3.3 Stoftavskiljare T3.4 Stofthanteringsutrustning T4.2 Avdunstningsluftfuktare T4.3 Ångluftfuktare T4.4 Luftavfuktare T5.2 Elektriska luftvärmare T6.1 Radialfläktar T6.2 Axialfläktar T8.3 Efterbehandlingsdon
U STYR- OCH ÖVERVAKNINGSDON	

TAB. B2.4 forts.

Huvudgrupp	Undergrepp
V ELAPPARATER	V1.1 Ställverk V1.2 Centraler V1.4 Apparatskåp, Apparattavla (Pulpet) V1.6 Likriktare V1.7 Ackumulatorer och torrbatterier V1.8 Generatorer V2.3 Mekaniska elkopplare, ej manuellt manövrerade V2.4 Motorskyddsbytare V2.5 Elektroniska elkopplare V2.6 Överströmsskydd V2.7 Uttag V3 Ljusarmaturer. Lamphållare V4.1 Motorer V4.2 Fläktar, pumpar V4.4 Tvättutrustningar V4.5 Köksutrustningar V4.7 Värmeutrustningar
W APPARATER FÖR HISSAR MM	
Z ÖVRIGT	

TAB. B2.5 BYGGVOLYMER. Underindelning

Grupp	Underindelning
(A) BYGGNADER TOTALT	
(J) MARKBYGGNADER Öppna utrymmen och konstruk- tioner	(K) Marknivåer (L) Markzoner (M) Uterum (N) Uteplatser
(R) HUSBYGGNADER Slutna ut- rymmen och konstruk- tioner	(S) Våningar (T) Lokalzoner (U) Rum (V) Platser (arbetsplats)

BILAGA 3METOD FÖR BERÄKNING AV BELASTNINGARS SPECIFIKA
STORHETERGrundbegrepp

Elektriska belastningar i en byggnad eller distributionsnät kan betraktas som kontinuerliga slumpmässiga variabler som kan ha vilka värden som helst i ett eller flera intervall. Sannolikheten att en kontinuerlig variabel x tager ett värde mindre än eller lika med x_i anges av fördelningsfunktionen $F(x)$ så att

$$F(x) = \Pr(x \leq x_i) \quad (1)$$

Frekvensfunktionen $f(x)$ definieras som derivatan fördelningsfunktionen $F(x)$ d.v.s.

$$f(x) = \frac{d}{dx} F(x) \quad (2)$$

Det kan bevisas att sannolikheten att en kontinuerlig variabel tager vissa värden mellan x_1 och x_2 anges av ytan under kurvan som definieras av frekvensfunktionen (Fig. B3.1)

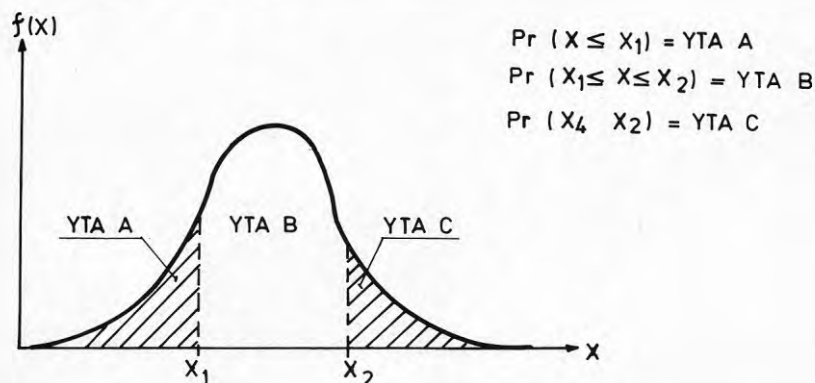


FIG. B3.1 FREKVENSFUNKTION AV EN NORMALFÖRDELAD KONTINUERLIG VARIABEL

Den mest välkända statistiska fördelningen är den s.k. normalfördelningen eller Gaussfördelningen. En normalfördelad variabel x med medelvärde m och standardavvikelse s kan transformeras till en variabel z enligt nedan.

$$z = \frac{x - m}{s} \quad (3)$$

Variablen z är normalfördelad med medelvärde $= 0$ och standardavvikelse $= 1$ och kallas normerad variabel. Om medelvärde och standardavvikelse av en normalfördelad variabel x är kända kan värdet av x vid sannolikhet $\Pr(x \leq x_k)$ beräknas enligt nedan

$$x_k = m + z_k \cdot s \quad (4)$$

Frekvens- och fördelningsfunktion av en normerad variabel visas i fig. B3.2.

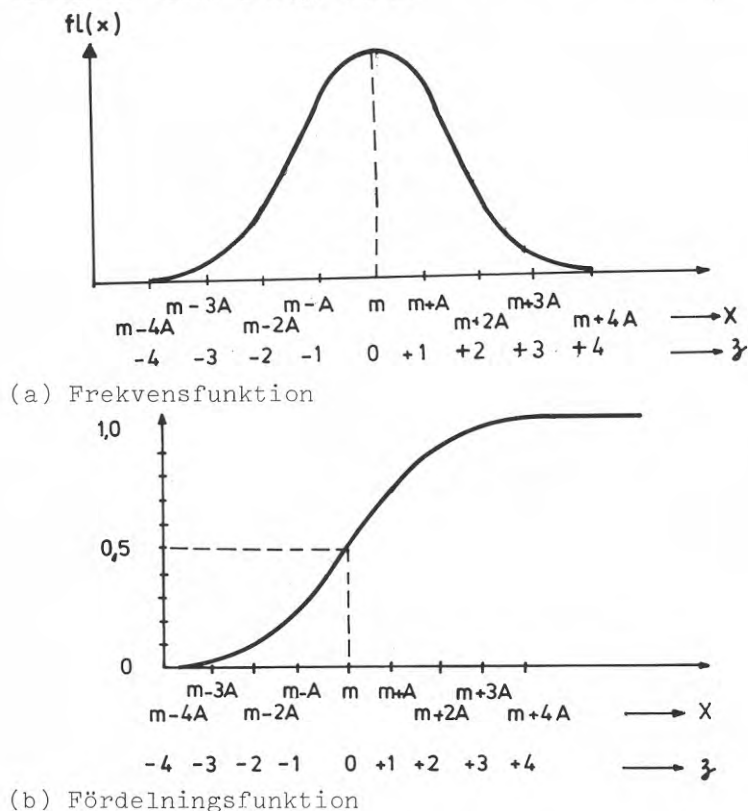


FIG. B3.2 FREKVENSS- OCH FÖRDELNINGSFUNKTION AV EN NORMALFÖRDELAD VARIABEL MED $m = 0$ OCH $s = 1$.

Det framgår av ovan att om en belastning kan representeras av en normalfördelning kan belastningsstorlek bestämmas vid givna sannolikheter. Sannolikheten att belastningen har ett värde lika med eller mindre än det beräknade för olika z -värden anges i tabell B3.1. Det framgår klart att redan vid $z = 3$ är sannolikheten mycket liten att belastningen har ett värde större än $m + 3s$. Ett z -värde = 3,0 kan därför användas för beräkning av maximeffekt.

TAB.B3.1 Fördelningsfunktioners värden för vissa z -värden

z_i	$F(z;0,1) = \Pr(x \leq x_i)$
0	50,00 %
1,0	84,13 %
2,0	97,725 %
3,0	99,865 %
4,0	99,99683 %

Representation av belastningar

Undersökningar (Fikri, 1975) har visat att elektriska belastningar i eluppvärmda flerfamiljshus kan representeras av en normalfördelning i varje tidsintervall (ett dygn uppdelas i 24 st entimmes intervall) under perioden december-mars (Fig. B3.3)

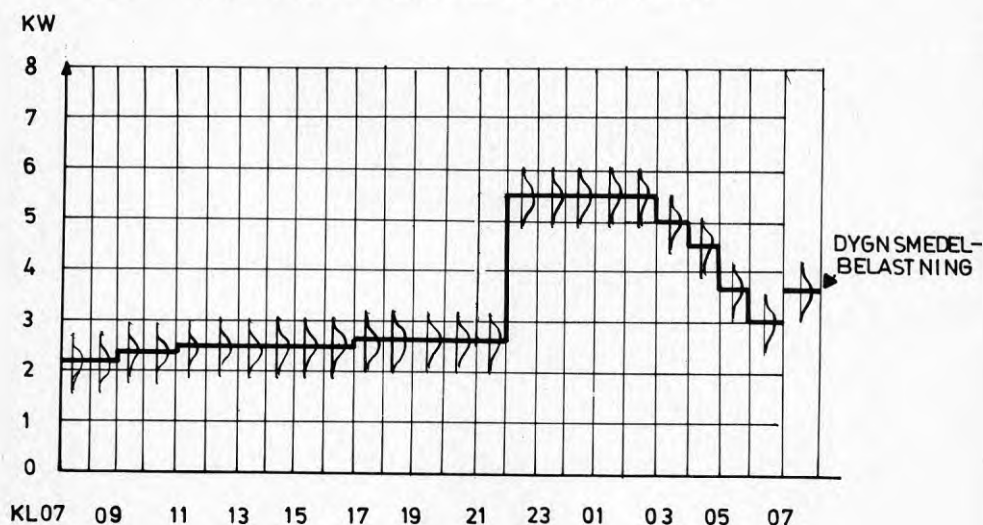


FIG. B3.3 Representation av elektriska belastningar i eluppvärmda flerfamiljshus (Fikri, 1975)

Genom att belastning i varje tidsintervall är normalfördelad blir även dygnsmedelbelastningen normalfördelad. Både delbelastningar (såsom eluppvärmning, varmvattenberedning, hushållsel m.m.) och den resulterande belastningen är normalfördelad.

Känd fördelning

För vissa typer av belastningar såsom flerfamiljshus av en viss typ kan de statistiska fördelningarna av olika delbelastningar vara kända genom resultat från belastningsmätningar. Dessa resultat kan korrigeras för likartade belastningsobjekt.

Beräkning av fördelningar

Genom att göra olika parametrar av en belastning relativa kan den statistiska fördelning beräknas med god noggrannhet enligt nedan.

- (1) Beräkna årsmedeleffekt.

$$m = \frac{\text{Årlig energiförbrukning}}{8760} \quad (5)$$

- (2) Beräkna dygnsmedeleffekt m_1 under december - mars (4 månaders period som är representativ för belastningsmaximaleffektuttag).

$$m_1 = k_1 \cdot m \quad (6)$$

där

$$k_1 = \text{en empirisk konstant}$$

- (3) Beräkna medeleffekt $m_1(j)$ under intervallet (j) under vilket årligt maximaleffektuttag inträffar. (k_2 = en empirisk konstant).

$$m_1(j) = k_2 \cdot m_1 \quad (7)$$

- (4) Beräkna medeleffekt $m_1(i)$ i intervaller $i = 1, 2, \dots, 24, i \neq j$.

$$m_1(i) = k_3(i) \cdot m_1(j) \quad (8)$$

- (5) Beräkna standardavvikelse $s_1(i)$ kring medeleffekt $m_1(i)$.

$$s_1(i) = k_4(i) \cdot s_1(j) \quad (9)$$

- (6) Beräkna standardavvikelse $s_1(j)$ kring medeleffekt $m_1(j)$

$$m_1(j) = k_5 \cdot m_1(j) \quad (10)$$

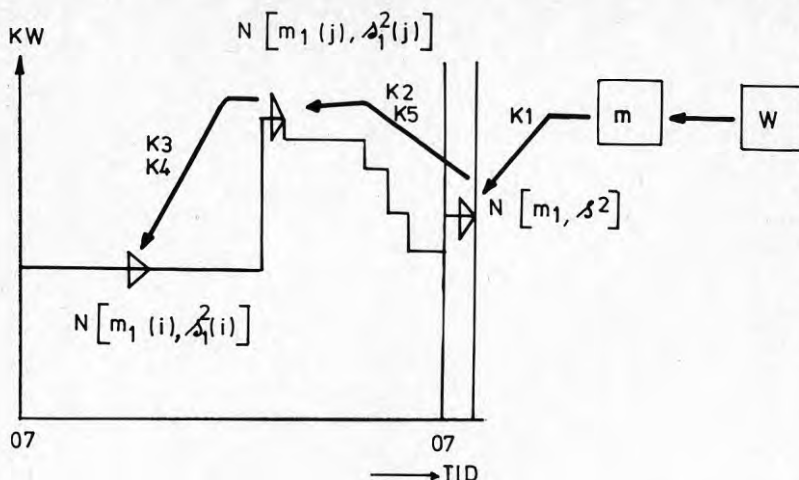


FIG. B3.4 Olika steg vid beräkning av en belastnings statistiska fördelningar med uppgifter om årlig energiförbrukning

$N/\bar{m}_1, s_1^2$ = Fördelning av dygnsmedelbelastning

$N/\bar{m}_1(j), s_1^2(j)$ = Fördelning av belastning i intervall (j) under vilken årlig max. effekt inträffar

$N/\bar{m}_1(j), s_1^2(i)$ = Fördelning av belastning i övriga intervaller (i)

Sammanlagring av belastning

Den sammanlagrade maximeffekten beräknas genom att summera sammanslå fördelningar av enskilda belastningar och därefter beräkna maximeffekt av den resulterande belastningen.

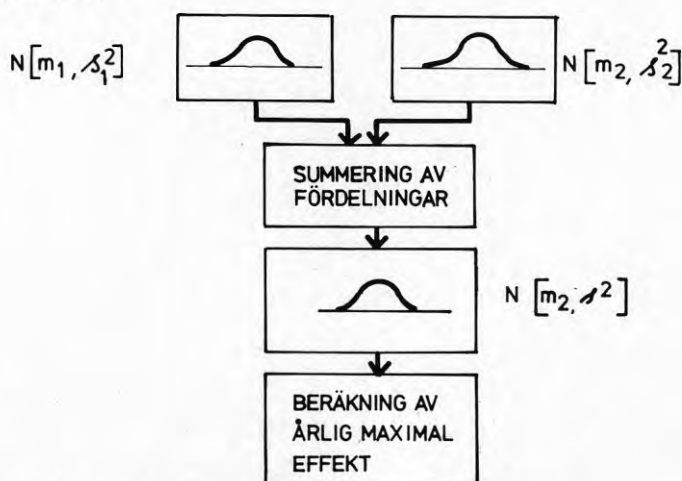


FIG. B3.5 Flödesschema för beräkning av årlig maximeffekt.

I fig. B3.5 visas flödesschema för beräkning av sammanlagrad effekt av två delbelastningar. Beräkningarna omfattar två steg nämligen (1) summering av enskilda fördelningar och (2) beräkning av maximeffekt av den resulterande belastningen.

Summering av två fördelningar

Summering av två fördelningar X (medelvärde m_1 och standardavvikelse s_1) och Y (medelvärde m_2 och standardavvikelse s_2) där den resulterande fördelningen Z (medelvärde m och standardavvikelse s) anges av $Z = X + Y$ sker enligt följande.

$$m = m_1 + m_2 \quad (11)$$

$$s^2 = s_1^2 + s_2^2 + 2 \cdot r \cdot s_1 \cdot s_2 \quad (12)$$

där

r = Korrelation mellan belastningar

$$= \frac{\text{Cov}(X,Y)}{s_1 \cdot s_2} \quad (13)$$

= Mellan -1 och +1

Summering av n belastningar

Låt $x_1, x_2, \dots, x_n$ = individuella fördelningar med medelvärde m_i och standardavvikelse s_i .

Z = den resulterande belastningen
(medelvärde m standardavvikelse s)

$$Z = \sum_i x_i$$

I detta fall:

$$m = \sum_{i=1}^n m_i \quad (14)$$

$$s^2 = \sum_{i=1}^n s_i^2 + 2 \sum_{i,j} r_{ij} \cdot s_i \cdot s_j \quad (15)$$

där

r_{ij} = Korrelation mellan i :e och j :e belastningen.

Ekv. (15) kan förenklas genom att antaga ett medelvärde av korrelation mellan olika belastningar och betrakta standardavvikelse av enskilda belastningar vara lika stora.

Beräkning av maxmaleffekt

Den årliga maxmaleffekten kan beräknas enligt följande.

$$\max = m_1(j) + z_{\max} \cdot s_1(j) \quad (16)$$

där $N/\bar{m}_1(j)$, $s_1^2(j)$ är belastningens statistiska fördelning under intervall (j) över perioden december-mars. För belastningar i eluppvärmda flerfamiljshus visades ett z-värde av 3,0 vara lämpligt för beräkning av maxmaleffekt (se tabell B3.2).

TAB.B3.2 Jämförelse av beräknad och uppmätt maxmaleffekt av 1 av 223 eluppvärmda lägenheter i Råslätt (Fikri, 1975)

$$\max(j) = m_1(j) + 3 \cdot s_1(j)$$

Delbelastning	$m_1(j)$	$s_1(j)$	max	
			Beräknat kW	Uppmätt kW
Hushållsel	0,66	0,05	0,81	0,82
Fast. övriga belastn.	0,35	0,06	0,53	0,51
Tappvarmvatten	2,41	0,19	2,98	2,73
Elektrisk rumsuppv.	1,21	0,19	1,78	1,80
Elektrisk luftförv.	0,13	0,11	0,46	0,72
Hushållsel + fast. övriga belastn.	1,03	0,09	1,30	1,27
Rumsuppv. + luftförv.	1,37	0,28	2,21	2,36
Totalbelastning exkl. toppvarmvatten	2,08	0,29	2,95	3,11
Totalbelastning	4,19	0,36	5,27	5,27

Beräkning av utnyttjningstid och utnyttjningsfaktor

Utnyttjningstid av en belastning kan beräknas (Fikri, 1975) med hjälp av uppgifter om konstanter k_1 , k_2 och k_5 resp. den normerade variabeln z enl. följande.

$$\text{Utnyttjningstid } T = \frac{8760}{k_1 \cdot k_2 (1 + z \cdot k_5)} \quad (17)$$

och

$$\text{Utnyttjsfaktor } E = \frac{1}{k_1 \cdot k_2 (1 + z \cdot k_5)} \quad (18)$$

TAB.B3.3 Jämförelse mellan beräknade och uppmätta värden av T och E vid eluppvärmda flerfamiljshus. $z = 3,0$ (Fikri, 1975).

Delbelastning	$\frac{k_1 \cdot k_2}{=m_1(j)}$ m	$1+z \cdot k_5$	E	T (timmar)	
				Beräknat	Uppmätt
Hushållsel	1,98	1,24	0,407	3570	3500
Fast övriga belastn.	1,56	1,51	0,424	3715	3800
Toppvarmvatten	4,07	1,24	0,198	1735	1900
Elektrisk rumsuppv.	1,65	1,45	0,418	3660	-
Elektrisk luftförv.	1,74	3,58	0,160	1420	-
Hushållsel + fast övriga belastn.	1,88	1,27	0,420	3670	3680
Rumsuppv + luftförv.	1,70	1,60	0,367	3215	3450
Totalbel. exkl. toppvarmvatten	1,68	1,42	0,420	3670	3900
Totalbelastning	2,02	1,27	0,390	3380	3300

Beräkning_av_varaktighetskurvor

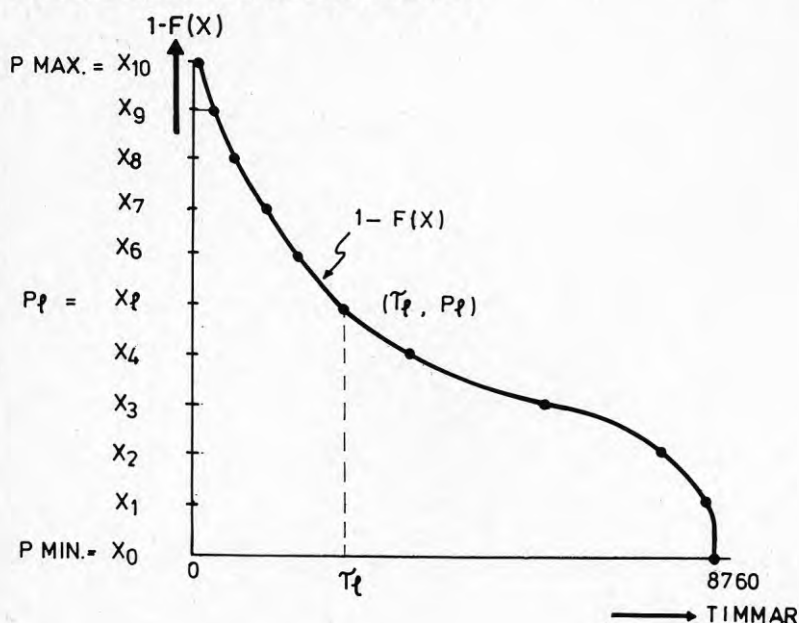


FIG.B3.6 Belastnings varaktighetskruva som inverterad fördelningskurva (Fikri, 1975)

En dygnsvariationskurva anger relation mellan effektuttag P_1 och varaktighet T_1 på så sätt att T_1 är antal timmar under vilka effektuttag P är lika med eller större än P_1 . Det innebär att varaktighetskurva av en belastning kan betraktas som inverterad frekvensfördelningskurva av dygnsmedelbelastningen. Uppdelas belastningar i intervallbelastningar (24 intervaller under dygnet) kan varaktighetskurvan konstrueras med hjälp av uppgifter om fördelningar av individuella belastningar. Beräkningsproceduren förklaras i fig. B3.6.

Jämförelse mellan beräknade och uppmätta värden visar god överensstämmelse med varandra (Fikri, 1975)

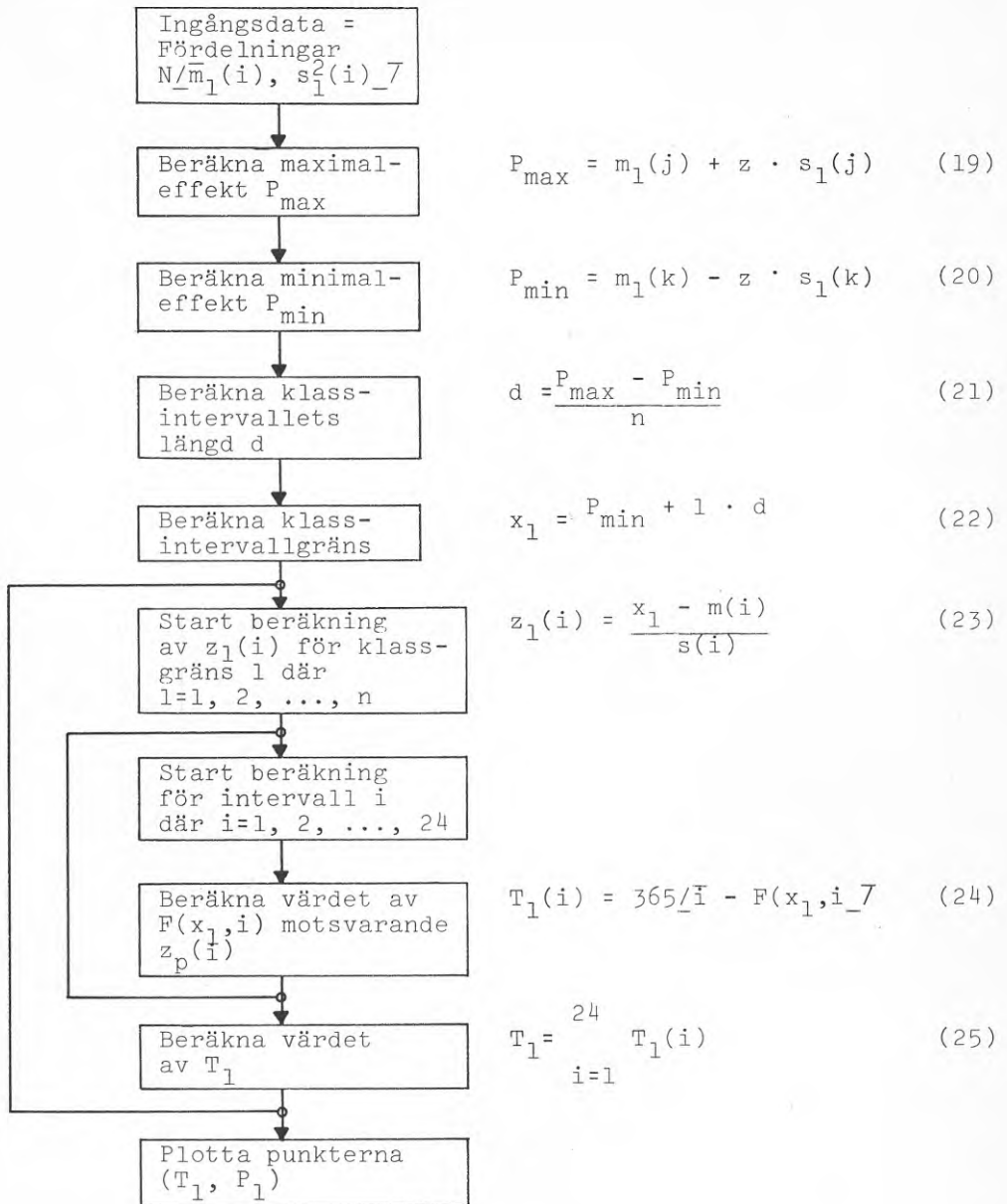


FIG. B3.7 Flödesschema för beräkning av varaktighetskurvor (Fikri, 1975)

Beräkning av sammanlagringsfaktorer

Sammanlagringsfaktorer för n lika stora belastningar kan beräknas antingen med hjälp av ekv. (26) eller enligt beräkningsexemplet i tabell 4. Härledning av ekv. (26) redovisas utförligt i referens (Fikri, 1975).

$$\begin{aligned} &\text{Sammanlagringsfaktor} \\ = k_s &= \frac{1 + z \cdot k_5 \sqrt{\frac{-1}{n} + \frac{n-1}{n} \cdot r(1,m)}}{1 + z \cdot k_5} \sqrt{\frac{1}{2}} \end{aligned} \quad (26)$$

där $r(1,m)$ = Korrelation mellan 1:e och m :e belastning.

För mindre antal belastningar antages att $r(1,m) = 0$ och

$$k_s = \frac{1 + z \cdot k_5 \sqrt{\frac{-1}{n}}}{1 + z \cdot k_5} \sqrt{\frac{1}{2}} \quad (27)$$

För större antal belastning ($\frac{1}{n} \rightarrow 0$) kan antagas att $\frac{n-1}{n} \rightarrow 1$ och

$$k_s = \frac{1 + z \cdot k_5 \sqrt{r(1,m)}}{1 + z \cdot k_5} \sqrt{\frac{1}{2}} \quad (28)$$

Sammanlagring mellan eluppvärmda lägenheter (1 t.o.m. 256 lgh) har beräknats och redovisas i tabell B3.4. Följande antaganden har gjorts:

<u>Antal lgh</u>	<u>Korrelation $r(1,m)$</u>
2 - 31	+ 0,00
32 - 64	+ 0,20
över 64	+ 0,65

Vidare antages att $k_5 = 0,09$ och $z = 0,30$.

För dessa värden och två belastningar reduceras ekv. (26) till

$$k_s = \frac{1 + 0,191 (1 + r) \sqrt{\frac{1}{2}}}{1,27} \quad (29)$$

TAB.B3.4 Beräkning av sammanlagringsfaktor k_s för el-uppvärmda lägenheter (Fikri, 1975)

Antal lgh n	Korrelation n	$k_s(2) \times k_s$	k_s
1	-		1,000
1 + 1 = 2	0,0		= 0,938
2 + 2 = 4	0,0	0,938 x 0,938	= 0,880
4 + 4 = 8	0,0	0,938 x 0,880	= 0,820
8 + 8 = 16	0,0	0,938 x 0,820	= 0,766
16 + 16 = 32	0,0	0,938 x 0,766	= 0,716
32 + 32 = 64	0,20	0,950 x 0,716	= 0,680
64 + 64 = 128	0,65	0,980 x 0,680	= 0,665
128 + 128 = 256	0,65	0,980 x 0,665	= 0,650

Beräkningsresultat erhålles enligt nedan:

$$\begin{aligned}
 k_s(2) &= \frac{1 + 0,191 (1 + r)^{\frac{1}{2}}}{1,27} \\
 &= 0,938 \text{ för } r = 0,0 \\
 &= 0,950 \text{ för } r = 0,20 \\
 &= 0,980 \text{ för } r = 0,65
 \end{aligned}
 \tag{30}$$

För att korrelera denna sammanlagringsfaktor till en lägenhet multipliceras varje värde av $k_s(2)$ med sammanlagring av individuella belastningar som relateras till belastning per lägenhet.

Beräkning av dygnsvariationskurvor

Om intervallbelastningars fördelningar $N/\bar{m}_1(i)$, $s_1^2(i)$ är kända kan dygnsvariationskurva för den dag då den årliga maxialeffekten inträffar beräknas med hjälp av uppgifter om $z(i)$ -värden enligt något av de två alternativen:

Alt. 1: Det antages att $z(i)$ -värden är kända för dagen då den årliga maximeffekten inträffar. Effektuttag i varje intervall beräknas enligt nedan.

$$P(i) = m_1(i) + z(i) \cdot s_1(i) \quad (31)$$

Alt. 2: Det antages att enbart en övre och en undre gräns mellan vilka effektuttag är fastställda för den dag då den årliga maximeffekten inträffar.

$$\begin{aligned} P(i,1) &= \text{Undre gräns för effektuttag} \\ &= m_1(i) + z(i,1) \cdot s_1(i) \end{aligned} \quad (32)$$

$$\begin{aligned} P(i,2) &= \text{Övre gräns för effektuttag} \\ &= m_1(i) + z(i,2) \cdot s_1(i) \end{aligned} \quad (33)$$

Beräkning enligt alt. 2 illustreras i fig. B3.8.

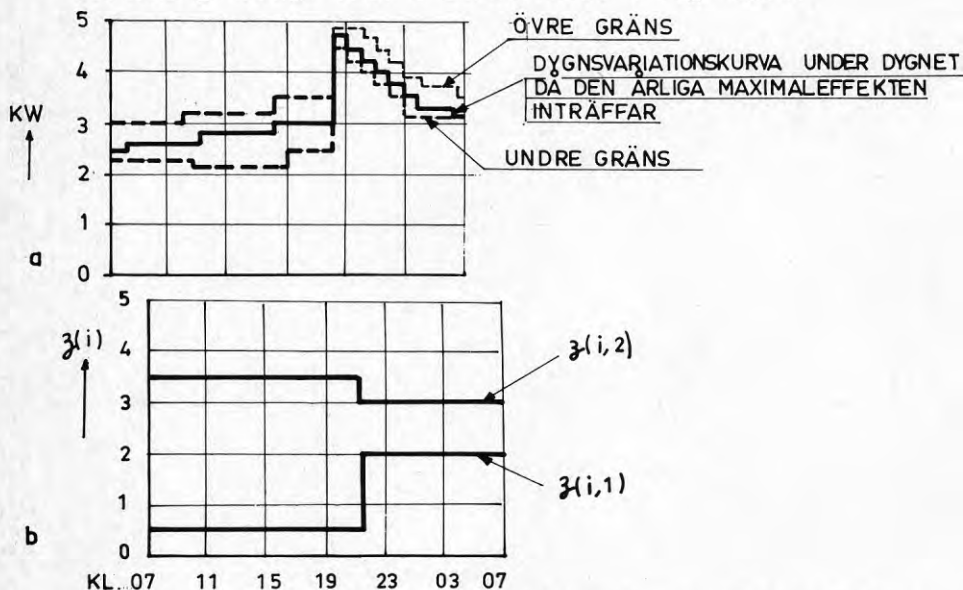


FIG.B3.8 Beräkning av dygnsvariationskurva. Typexempel (Fikri, 1975)

Vidare utveckling av metoden för upprättande av elförbrukningskalkyler

Genom att analysera olika typer av belastningars statistiska fördelningar och insamling av uppgifter om förekommande empiriska konstanter kan den ovanbeskrivna metoden vidareutvecklas och användas för upprättande av elförbrukningskalkyler och beräkning av belastningarnas specifika storheter. Utvecklingslinjer redovisas schematiskt i fig.B3.9.

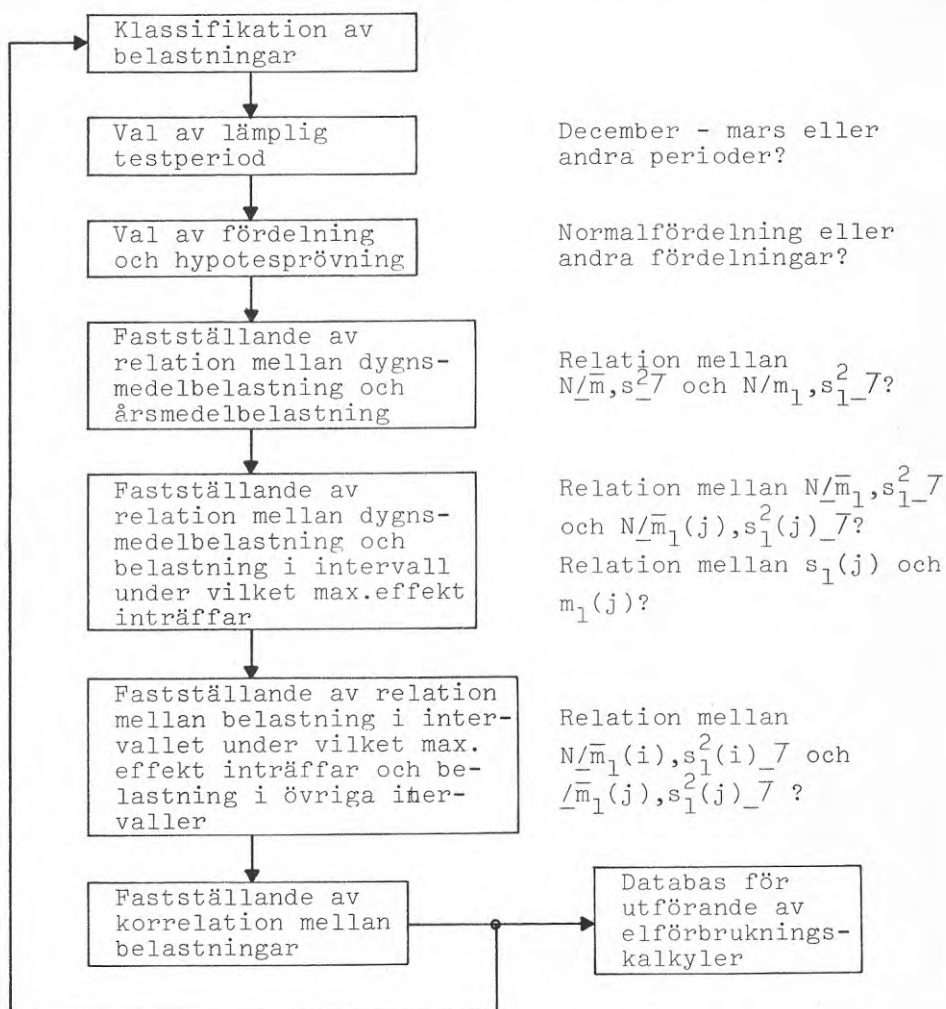


FIG. B3.9 Behov av vidare utveckling av metoden för utförande av elförbrukningskalkyler.

Praktisk tillämpning av metoden för utförande av elförbrukningskalkyler

Praktisk tillämpning av den ovanbeskrivna metoden kan ske enligt fig. B3.10. Det förutsätter att belastningarna kan representeras med hjälp av en normalfördelning.

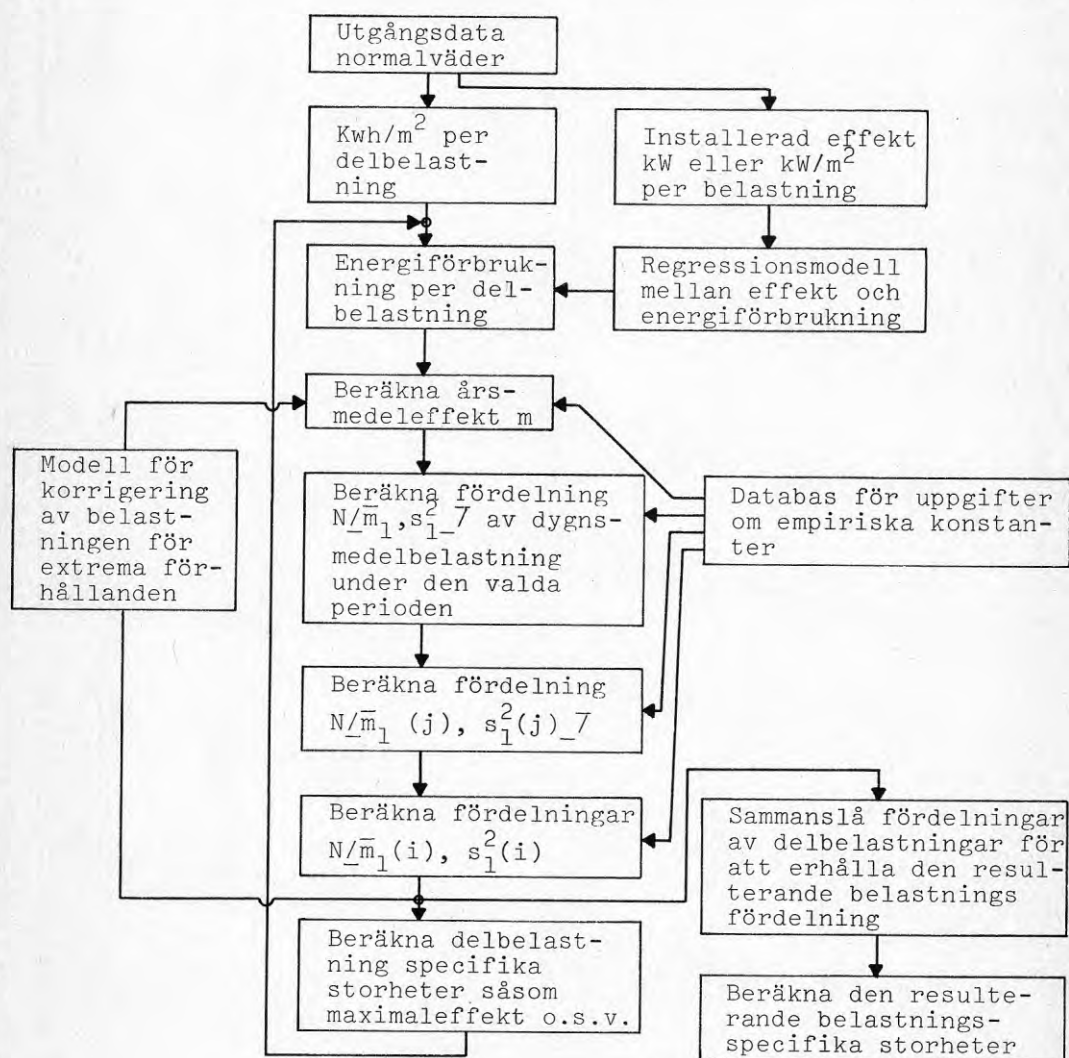


FIG. B3.10 Flödesschema för tillämpning av metoden för utförande av elförbrukningskalkyler.

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 760408-2 från
Statens råd för byggnadsforskning till Hans Hedlund & Co AB,
Stockholm

R 81: 1971

ISBN 91-540-2776-4

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6600681
Abonnemangsgrupp:
W. Installationer

Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 1403
111 84 Stockholm
Telefon 08-24 28 60

Cirka pris: 30 kr exkl moms