



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

R79:1977

(149) 66

Byggnadsstatik

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

**Del I. Kartläggning av
FoU-behov**

**Lars Carlsson
Zahir Fikri
Gunnar Käll**

Byggforskningen

R79:1977

PROJEKTERING AV ELANLÄGGNINGAR I
BYGGNADER FRÅN ENERGIHUSHÅLLNINGSSYNPUNKT

Del I. Kartläggning av FoU-behov

Lars Carlsson
Zahir Fikri
Gunnar Käll

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
750567-9 från Statens råd för byggnadsforskning
till Hans Hedlund & CO AB, Stockholm.

Nyckelord:

el
energiushållning
uppvärmningsekonomi
installationer
distributionsnät
kraftförsörjning
projektering
FoU-behov

UDK 697.003
696.6
621.311

R79:1977

ISBN 91-540-2772-1
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1977

FÖRORD

Denna byggforskningsrapport utgör en första del av en serie rapporter som kommer att behandla projektering av elanläggningar i byggnader från energihushållningssynpunkt. Författarna anser att det är viktigt att finna modeller och metoder som redan vid projekteringen möjliggör energiberäkningar för att minimera energiförbrukningen både vid anläggningarnas dimensionering och drift. Denna första del avser kartlägga FoU-behovet. Efterföljande delar kommer bl.a att behandla projekteringsunderlag och elförbrukningskalkyler.

Projektet har bedrivits inom en arbetsgrupp hos Hans Hedlund & Co AB, vilken har utgjorts av Ulrich Behrens, Lars Carlsson, Anders Elrud, Zahir Fikri och Gunnar Käll.

Arbetsgruppen har haft tillgång till en referensgrupp med följande personer:

Prof. Enno Abel	Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg
Prof. Janis Bubenko	Tekniska Högskolan, Stockholm
Ing. P.O Hedberg	Hugo Theorells Ingenjörbyrå AB
Avd.dir. Torsten Nylén	Byggnadsstyrelsen UV-byrån
Civ.ing. N.E Lindskough	Sven Tyrén AB

Referensgruppens medlemmar har under arbetets gång lämnat värdefulla bidrag och synpunkter. Synpunkter på projektering av elanläggningar i byggnader har även erhållits genom en enkätundersökning bland byggherrar, arkitekter, konsulter och institutioner.

Till såväl referensgruppen som övriga som bidragit till framtagningen av denna rapport riktas ett varmt tack.

Gunnar Käll

<u>INNEHÅLLSFÖRTECKNING</u>		<u>Sid.</u>
1	INLEDNING	5
1.1	Målsättning	5
1.2	Rapportens uppläggning	6
2.	FORSKNING OCH ENERGIANVÄNDNING	8
2.1	Energiforskning	8
2.2	Byggsektorns energianvändning	8
3	ELANLÄGGNINGAR FRÅN ENERGIHUSHÅLLNINGSSYNPUNKT	10
3.1	Projektering under förändrade förutsättningar	10
3.2	Tvärfackling samordning	11
3.3	Eldistributionsanläggningar	12
3.4	Belysning	14
3.5	Eluppvärmning	18
3.6	Hissanläggningar	20
3.7	Styr- och övervakningssystem	20
3.8	Installationsmaterial	21
3.9	Kontroll, drift underhåll	22
4	METOD OCH DATORPROGRAMUTVECKLING	24
4.1	Kraftförsörjning	27
4.2	Belysning	37
4.3	Uppvärmning och ventilation	42
4.4	Hiss- och transportanläggning	52
4.5	Styr- och övervakningssystem	56
4.6	Övriga installationer	59
4.7	Kostnadskalkylering	60
4.8	Elförbrukningskalkyler	63
4.9	Övrigt	66
5	FoU-BEHOV	69
5.1	Forskningsområden	69
5.2	Prioritering och kostnadsram	70
6	LITTERATUR OCH REFERENSER	94
 <u>BILAGOR</u>		
BILAGA 1	Enkätundersökning	103
BILAGA 2	Motiv för eluppvärmning från energihushållningssynpunkt	110
BILAGA 3	Förteckning över befintliga datorprogram för analys av byggnaders energiförsörjning	115
BILAGA 4	Pågående FoU inom ämnesområdena energimätningar och metodutveckling	125

1 INLEDNING

1.1 Målsättning

Den kanske viktigaste målsättningen inom svensk energipolitik är att åstadkomma en dämpning av ökningen av energiförbrukningen med sikte på nolltillväxt 1990. Samtidigt tillåts en fortsatt tillväxt av elkraft inom ramen av den totala energiförbrukningen för att tillgodose behovet av elenergi för industrin och därmed säkra sysselsättningen. Det innebär att kravet på energihushållning inom alla sektorer är stort. En mycket stor andel av den totala energin förbrukas för uppvärmning och försörjning av färdiga byggnader. Elenergin andel i byggnadernas energibehov har också tendenser att öka.

Elektriciteten är en av de mest högvärdiga energiformer vi har. Värmeenergin värde är beroende av den temperaturnivå vid vilken energin befinner sig. En byggnad har ett behov av högvärdig energi, d.v.s. elektricitet, för belysning, maskiner etc. och ett behov av lågvärdigt värme för temperaturhållningen under den kalla årstiden. Det lågvärdiga värmebehovet varierar i stort med utetemperaturen, medan det högvärdiga elenergi-behovet är i stort oberoende av uteluftens tillstånd. Ur termodynamisk synpunkt vore det naturligt att söka tillfredsställa behovet av högvärdig energi med högvärdig energi och behovet av lågvärdig energi med lågvärdig energi. Är det fråga om elenergi som väsentligen produceras medelst vattenkraft eller kärnkraft, kan användning av högvärdig elektrisk energi till lågvärdig uppvärmning väl motiveras genom att elenergin produceras inom landets gränser. Då det gäller energi som väsentligen produceras i oljeeldade kraftverk, blir emellertid problemet allvarligare. I det fallet måste konsumtionens karaktär studeras närmare.

Den projekteringsmetodik och de strukturplaner som tillämpas idag vid projektering av elanläggningar tar liten hänsyn till energihushållning. Med tanke på dagens energisituation kommer kraven på optimering av energiförbrukning att bli allt större. Det behövs en vidareutveckling av projekteringsmetodiken med avseende på energihushållning. Det är viktigt att finna modeller och metoder som redan vid projekteringen möjliggör energiberäkningar för att minimera energiförbrukningen både vid anläggningarnas dimensionering och drift.

Det fordras en kartläggning av samordnad energiplanering inom olika projekteringssskeden och en analys av informationsöverföringen mellan olika projektörer/konsulter. Metoder för anläggningsdimensionering måste utvecklas och simuleringsprogram (datorprogram) för driften utarbetas. Likaså behöver kalkylsystemen för anläggnings- och driftkostnader utvecklas.

Målsättningen med denna programutredning är att ge energihushållningen hög prioritet vid utformning och drift av byggnader och att redovisa

- behovet av planeringsunderlag, hjälpmedel och samordning
- behovet av utveckling av metoder för anläggningsdimensionering
- möjligheterna att nyttiggöra den pågående forskningen inom området

För att erhålla bättre projekteringslösningar från såväl energihushållnings- som funktions- och miljösynpunkt behövs bättre och effektivare insatser från projekteringsteamet. Samtidigt skall även eftersträvas en god ekonomi på investeringar och drift. Då det oftast är konsulter som svarar för projekteringen gäller det även att finna utvecklingsfrämjande former för upphandling av konsulttjänster som gynnar de kvalitativt högstående och effektiva konsultföretagen. Innovationer har här även en central plats. Dagens konkurrens inom konsultbranschen pekar tyvärr i motsatt riktning. Genom låga arvoden, begäran om fasta priser på bristfälliga underlag, utebliven kvalitetsprövning, görs upphandlingar av konsulttjänster som i många fall innebär undermåliga handlingar där energihushållnings-, funktions- och miljöaspekterna lämnas åt slumpen.

1.2 Rapportens uppläggning

Utgångspunkt för rapporten har varit dels den idag kända projekteringsmetodiken såväl allmänt som eltekniskt, dels den svenska energipolitiken med sin målsättning att dämpa ökningen av energikonsumtionen. I kapitel 2 lämnas en kortfattad information om det svenska energiforskningsprogrammet och byggsektorns energianvändning. Kapitlet ger en bakgrund till rapportens sammanfattande bild av det Fou-behov som finns inom ämnesområdet projektering av elanläggningar inom byggnader från energihushållningssynpunkt.

För att klarlägga FoU-behovet samt ge aspekter på energihushållningen har projektering av elenergianläggningar sammanfattningsvis analyserats i kapitel 3.

I kapitel 4 lämnas synpunkter och förslag på metod- och datorprogramutveckling med hänsyn till dels utförda analyser, dels existerande datorprogram. En inventering och genomgång har gjorts av befintliga svenska datorprogram inom ämnesområdet "analys av byggnadens energiförsörjning". Dessa redovisas i bilaga 3.

Sammanfattning av FoU-behov lämnas i kapitel 5 där specifika forskningsområden sammanställts i tabellform.

Synpunkter på projektering av elanläggningar i byggnader har även erhållits genom en enkätundersökning. Ett frågeformulär har utsänts till målgrupperna

- konsulter och arkitekter
- Beställare och byggherrar
- Institutioner

Resultatet från denna undersökning är sammanställd i bilaga 1.

I bilaga 2 redovisas motiv för eluppvärmning från energihushållningssynpunkt.

I bilageform har även redovisats "Pågående FoU inom ämnesområden energimätningar och metodutveckling" (bilaga 4).

Slutligen har medtagits en litteratur och referenslista som huvudsakligen ordnats efter rapportens uppläggning.

2 FORSKNING OCH ENERGIANVÄNDNING

2.1 Energiforskning

Forsknings- och utvecklingsarbetet inom energiområdet syftar till att säkra och öka tillgången av energi, minska behovet av energi och minska kostnaderna för att utnyttja energin.

Energiforskningen skall också ge planeringsunderlag som kan bidra till handlingsfrihet på lång sikt, bilda underlag för statsmakternas beslut om energikutvecklingen samt effektivisera den svenska energiförsörjningen.

Riksdagen beslutade 1975 om ett treårigt "Huvudprogram Energiforskning" till en sammanlagd beräknad kostnad av 366 milj. kr. Programmet omfattar i huvudsak all den energipolitiskt motiverade forskning och utveckling som finansieras med statliga medel och har indelats i följande sex program:

1. Energianvändning i industriella processer m.m.
2. Energianvändning för transporter och samfärdsel.
3. Energianvändning för lokalkomfort.
4. Återvinning av energi i varor m.m.
5. Energiproduktion
6. Allmänna energisystemstudier m.m.

Hälften av forskningsprogrammet är inriktat på energi-
besparande åtgärder. En fjärdedel satsas på nya energi-
källor och resterande del på utveckling av existerande
energikällor.

2.2 Byggsektorns energianvändning

Nära hälften av den energi som förbrukas i Sverige åtgår till uppvärmning, försörjning och produktion av byggnader och anläggningar. Huvuddelen av denna energi förbrukas för uppvärmning och försörjning av färdiga byggnader. Energiförbrukningen är således en faktor av vikt i byggnadstekniska sammanhang. En god kännedom om de faktorer som påverkar energiåtgången inom olika områden inom byggnadstekniken är en förutsättning för studier av energi-
besparande åtgärder och angelägna FoU-insatser.

En samlad redovisning av byggsektorns energianvändning har utgetts som ett särtryck av kapitel 5 "Byggnads-
industri, jord- och stenindustri samt offentlig och
privat förvaltning" ur SOU 1974:74 jämte hela SOU 1974:76,
"Energianvändning för lokalkomfort och hushåll". Lokal-
komfort avser värme, ventilation och belysning i lokaler
av alla slag såsom bostäder, kontor, sjukhus, skolor,
fabriker och hantverkslokaler.

För FoU som bedrivs inom byggsektorn läggs allt större vikt vid energifrågorna och större hänsyn tas till miljö-, ekonomi- och sociala frågor. Det är dock viktigt att tillämpbara forskningsresultat inom området snabbt kommer till praktisk användning. Demonstrationsobjekt kan också användas för att erhålla ett bättre energitnyttjande. Det klimat och den energiåtgång man har i en byggnad beror på hur byggnaden planerats, konstruerats, utförts och underhållits men också på hur driften sköts. Forskning om hur man skall projektera och bygga måste därför intimt förknippas med studier av driften. De under hand vidtagna energibesparingsåtgärderna för befintliga byggnader bör följas upp och studeras. Det kan gälla tilläggsisolering, förbättrade styr- och reglersystem, ändringar av belysning, utnyttjande av värmepumpar m.m. Ökade och förbättrade mätmetoder kommer här att vara av stor betydelse.

Elenergin kommer att utgöra en betydande del av den framtida totala energiförbrukningen i byggnader i Sverige. Det är därför viktigt att finna modeller och metoder som möjliggör energiberäkningar redan vid projekteringen för att minimera energiförbrukningen vid såväl elanläggningarnas produktion som drift.

Dagens projekteringsmetodik liksom de strukturplaner som tillämpas vid projektering av elanläggningar tar ringa hänsyn till energihushållningen. Med hänsyn till de krav som samhället har på rationellare energianvändning och ökat energisparande behövs bl.a. vidarebearbetning av projekteringsmetodik från energihushållningssynpunkt. Denna programutredning inriktar sig huvudsakligen på metodik, utveckling av hjälpmedel samt datorprogram för projektering av elanläggningar inom byggnader från energihushållningssynpunkt.

Analys av energiproblem på längre sikt visar att världens reserver av fossila bränslen, speciellt gas och olja, är begränsade. För att upprätthålla vår energiintensiva ekonomi söker vi långtidslösningar till energiproblemet. Sol-, geotermisk-, vind- och fusionsenergi nämns ofta som framtidslösningar. Emellertid tror många att långtidslösningar av våra energiproblem ligger i utvecklingen av en ny kolteknologi och vidareutveckling av kärnteknologin. En sådan lösning innebär att elenergens andel i den specifika energikonsumtionen måste öka och att energiförbrukande apparater och processer, vilka drivs med fossila bränslen måste utbytas mot elapparater och elektriskt drivna processer.

3 ELANLÄGGNINGAR FRÅN ENERGIHUSHÅLLNINGSSYNPUNKT

3.1 Projektering under förändrade förutsättningar

Vid projektering, byggande och drift ökar kravet alltmer på att största möjliga hänsyn skall tas till sådant som kan bidra till en lägre energiförbrukning med acceptabel investeringskostnad. Detta krav förutsätter en väl genomtänkt projektering och ett rationellt utförande.

Projektering och utförande av elanläggningarna påverkar de andra byggnadsdelarnas omfattning och utformning och de därmed sammanhängande kostnaderna. För att den slutliga lösningen skall bli optimal, måste byggnaden och dess installationer ses som en helhet, som givetvis påverkas av varje ändring av delsystemen.

Det går inte att ställa uppentydiga, allmängiltiga anvisningar för hur elenergianläggningarna ska projekteras eftersom alla byggnader och deras förutsättningar inte är lika. Emellertid kan vissa generella principer anges för konventionella byggnader av beprövad typ. Standardisering av utförande och materialval kan ge möjligheter för ett rationellt byggande och för ett systematiskt underhåll och service av den färdiga byggnaden.

På projekteringsstadiet kan möjlighet ges till olika framtida verksamheter genom typisering. Man skapar funktionsmöjligheter utan låsning till vissa bestämda krav. Avvägning med hänsyn till kostnaderna för de möjligheter som lämnas oanvända bör göras i varje fall. Enkla tekniska lösningar bör eftersträvas för att underlätta rationellt byggande, drift och underhåll. Valet av lösning beror bl.a. av prognoserade resursbehov och funktionskrav. Speciell hänsyn måste tas vid projektering av byggnader där dagens processer och rutiner kan förväntas bli utbytta och anläggningsdimensioneringen därmed bli annorlunda.

Den pågående energidebatten har skapat ett ökat intresse för energihushållning i byggnads- och installationstekniskt avseende. Samspelet mellan alla de åtgärder som kan vidtagas för att få en energisnål byggnad är relativt okänt. Man använder sig alltför ofta av tumregler som leder till resultat vars kvalitet är varierande. Dessutom lägger man gärna till litet extra för att vara på säkra sidan. På detta vis erhålls ofta en överdimensionerad anläggning.

Möjligheterna att påverka en byggnads elanläggningar från energihushållningssynpunkt bedöms stora. Hur stor energibesparingseffekten kan bli är ännu för tidigt att uttala sig om men inom områdena belysning, elvärme samt styr- och övervakning torde möjligheterna till besparingar vara störst. Vid projekteringen måste förutom hänsynstagande till energisnåla anläggningar även tas sikte på anläggningarnas drift- och underhållsvänlighet.

3.2 Tvårfacklig samordning

För att skapa god lokalkomfort med låg energiförbrukning och rimlig kostnad måste det team arkitekter och konstruktörer som svarar för projekteringen inkopplas redan i programskedet. Projektörerna måste redan från början samarbeta och lära känna såväl varandras som byggherrens problem samt respektera dem. Problematiken är tvårfacklig och gäller såväl byggnadens värmebalans, belysning som styr- och övervakningsutrustning. Olika anläggningsdelar påverkar varandra inbördes, vilket i sin tur påverkar byggnadens utformning bl.a. i avseende på utrymmen och kanalisationsvägar. Fig. 3.1 nedan illustrerar anläggningarnas inbördes påverkan i en kontors- och förvaltningsbyggnad.

Vid projektering av elenergianläggningar fordras samordning av ett flertal arbetsaktiviteter under respektive projekteringsstadium. Förutom samordning av projekteringsarbetet krävs ständig kontakt med byggherren, myndigheter, leverantörer, installatörer och kontrollanter. Samordningen rymmer en stor arbetsvolym. I och med krav på energibesparingsåtgärder kommer denna arbetsvolym att ytterligare öka.

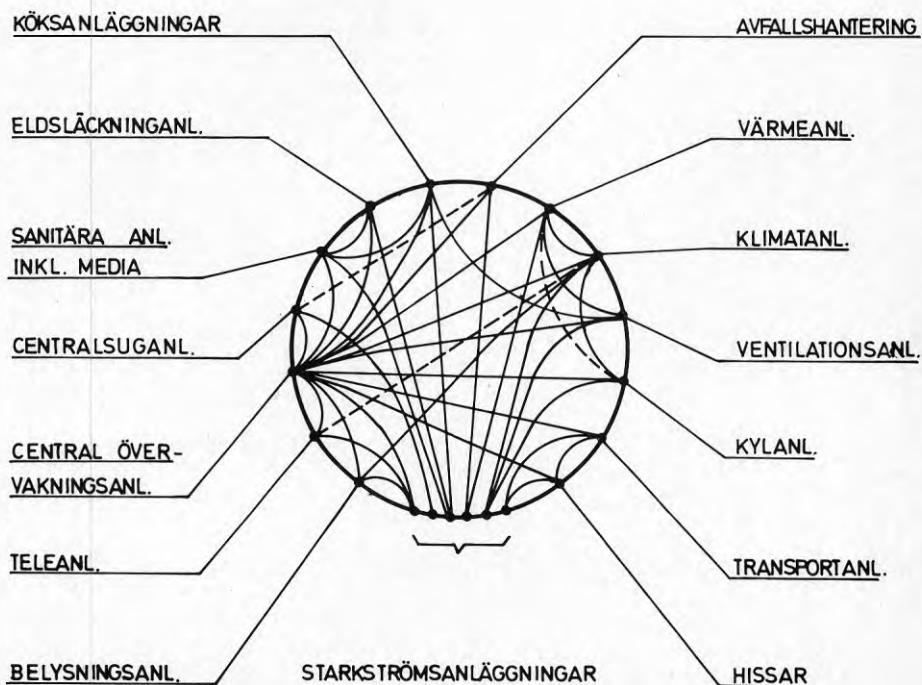


FIG. 3.1 Anläggningars inbördes påverkan i en kontors- och förvaltningsbyggnad. (Klaus Daniels, München)

Kraven på byggnadernas inneklimat har ökat undan för undan. Huvudproblemet med den moderna byggnadens värmebalans är att få bukt med och tillvarata överflödigt värme som alstras av sol, människor, maskiner och belysning. Här gäller det för projekterings- teamet att finna en lämplig avvägning mellan olika sätt att gå till väga. Det kan vara att:

- angripa värmekällan
- skydda byggnaden mot värmekällan
- göra byggnaden själv till ett skydd
- utnyttja värmeförlusterna i en lokal i en annan lokal
- utforma lämpliga återvinningssystem
- studera värmepumpsalternativ
- samordna dagsljuset och det artificiella ljuset
- utforma lämpliga styr- och regleringssystem för värme, ventilation och belysning.

Totaloptimering av en byggnads värmebalans är således komplicerad. Här måste bättre metoder i samplaneringen och nya hjälpmedel för beräkningar tas fram.

3.3 Eldistributionsanläggningar

Optimal drift av eldistributionsanläggningar från energihushållningssynpunkt innebär att energiförluster i transformatorer och kablar minimeras, att effektfaktorn förbättras, att eleffektuttaget begränsas genom effektstyrningsutrustningar och att rätt omgivningstemperatur erhålles i transformator- och ställverksrummen. Projektering av eldistributionsanläggningar från energihushållningssynpunkt beskrivs närmare i de följande avsnitten.

För att kunna bedöma de erforderliga distributionsanläggningarna är det nödvändigt att få en uppfattning om framtida belastningsutveckling. Med hjälp av uppgifter om de olika belastningarnas storlek och sannolika belastningsutveckling upprättas en belastningsprognos vilken ligger till grund för dimensionering av anläggningarna. Noggrannheten vid upprättande av denna prognos och realistisk bedömning av den framtida utvecklingen har stor betydelse för optimal dimensionering och ekonomisk drift av anläggningarna.

Alltför stora avvikelser mellan prognoserade och verkliga belastningar (fig. 3.2) kan innebära dels onödigt stora kapitalinvesteringar, dels större energiförluster i transformator- och ställverksanläggningar. Utveckling av förbättrade metoder för prognosering av belastningar är därför av stor vikt ur energihushållnings- och ekonomisk synvinkel.

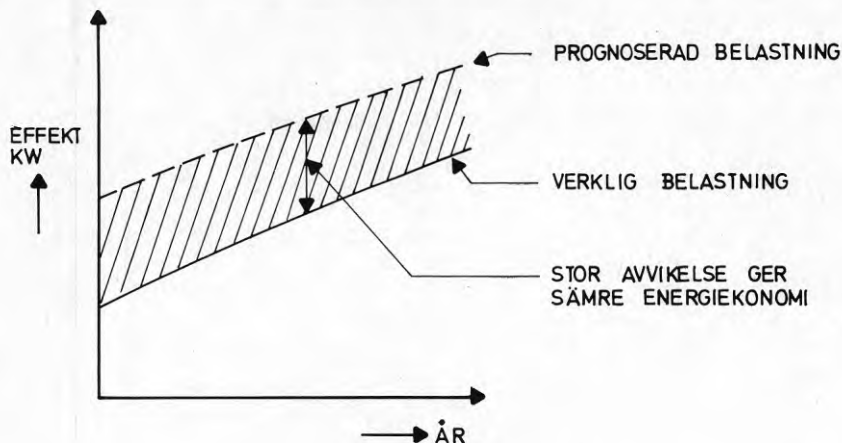


FIG. 3.2 Jämförelse mellan prognoserad och verklig belastning.

Från energiekonomisk synpunkt är det av stor vikt att de yttre kabelnäten dimensioneras optimalt för att uppnå ekonomisk kabelarea med hänsyn till kabelförluster. En flexibel nätkonfiguration, vilken medger snabb omkoppling vid inträffat fel och effektivare utnyttjning av reservkapacitet i olika transformator- och ställverksanläggningar bör eftersträvas. Från driftsynpunkt är det viktigt att begränsa energiförlusterna, upprätthålla en önskvärd spänningsnivå och minimera avbrottsfrekvensen.

Vissa typer av energihushållningsåtgärder i byggnader, t.ex. installation av värmepumpar, kan även påverka dimensionering och utformning av de yttre kabelnäten. Det kan bli nödvändigt att framta andra typer av nätkonfigurationer, vilka på ett ekonomiskt sätt kan tillgodose det ökade behov av eleffekt som blir aktuellt trots en avsevärt lägre energiförbrukning i byggnaden.

Energihushållningsåtgärder i transformator- och ställverksanläggningar omfattar begränsning eller tillvaratagande av förluster (det senare för byggnadsuppvärmning), ekonomisk dimensionering och drift, effektstyrning för att undvika effekttoppar, sänkning av omgivningstemperatur, effektiv utnyttjning av transformatorernas överbelastningsförmåga, optimal placering i förhållande till belastningscentra, installation av utrustningar för faskompensering m.m

Energihushållningsaspekterna gör det motiverat med optimal dimensionering och uppläggning av huvudledningssystem. Hänsyn skall då tagas till sammanlagring mellan olika delbelastningar, uppdelning av våningsplan i ett ur kabeldimensioneringssynpunkt lämpligt antal elschakt, spänningsfall och förluster samt uppdelning i grupper som underlättar belastningsavkoppling i effektutjämnings syfte.

Integrerad planering av elschakt, huvudledningssystem, transformator- och ställverksanläggningar samt dimensionering av centraler är av stor energiekonomisk betydelse. Samband mellan dimensionering av dessa anläggningar bör klarläggas och formuleras så att lämpliga metoder och modeller kan utvecklas för samordnad planering.

3.4 Belysning

Möjligheterna till att kunna utforma bra belysningsanläggningar till måttlig installerad effekt beror i mycket stor utsträckning på ljuskällornas egenskaper.

De olika ljuskällorna skiljer sig ifråga om effekt, elektriska egenskaper, ljusutbyte, färgåtergivningsegenskaper samt form och mått.

Ljuskällorna för allmänna belysningsändamål kan indelas enligt nedan.

Glödlampor

Urladningslampor

- Lysrör
- Blandljuslampor
- Kvikksilverlampor
- Metallhalogenlampor
- Lågtrycksnatriumlampor
- Högtrycksnatriumlampor

Vid dimensionering och jämförelser mellan olika belysningsystem tas hänsyn till effektivitet, ljusutbyte, färgåtergivningsegenskaper och ljusminskning. (se tab. 3.1.).

Den utveckling som kan förväntas kommer förmodligen att inriktas på i första hand förbättringar av färgegenkaperna, framtagning av nya typer av metallhalogenlampor och framtagning av högtrycksnatrium och metallhalogenlampor i lägre effekter. Vad gäller ljusutbytet kan inga större höjningar förväntas i en nära framtid.

De viktigaste ljustekniska egenskaperna hos en armatur är ljusfördelning, verkningsgrad och avbländning. Ljusfördelningen är vägledande vid projekteringen och vid jämförelse mellan olika armaturers prestanda och har avgörande betydelse för det slutliga belysningsresultatet.

TAB. 3.1. Exempel på ljusutbyte för några olika typer av ljuskällor

Ljuskälla xx	Effekt W	Ljusflöde, lumen	Ljusutbyte lumen/watt x	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%
Blandljus- lampa	160	3100	20	6000 h, -30%
Kvicksilverlampa	125	6300	45	9000 h, -22%
"	400	23000	54	"
Metallhalogen- lampa, matt	360-375	23400-28000	60-69	9000 h, -30%
Natriumlampa, lågtryck, gul	90	12700	101	9000 h, -20%
Natriumlampa, lågtryck, gul	180	33000	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

Genom användning av armaturer med lämpligt utformade reflektorer med god optisk funktion kan en stor del av ljusflödet dirigeras inom avsett område. Ett sätt att begränsa energiförbrukningen och sänka driftskostnaderna är anpassning av sådana armaturer till det huvudsakliga arbetsområdet.

Armaturer med optik i form av relativt stora och effektiva reflektorer kommer att användas i större omfattning, när anläggningar projekteras med mer tanke på energihushållningen än vad som görs idag.

Olika armaturkonstruktioner kräver olika underhåll och rengöring. Vid val av armatur skall därför hänsyn tas till den aktuella miljöns nedsmutsningseffekt och luftens korrosivitet.

Idag saknas uppgifter om hur olika armaturkonstruktioner fungerar i olika miljöer med avseende på ljusförluster och bibehållning. Att få fram sådana underlag, som bl.a. är betydelsefulla vid dimensionering av anläggningar, är en angelägen FoU-uppgift.

Anläggningar som ger god belysningskvalitet och samtidigt låg energiförbrukning är svåra att uppnå med allmänbelysningsssystem. Trots detta väljs i många fall sådana system i lokaler med hög takhöjd, t.ex. inom industrin. Resultatet blir många gånger onödigt mycket ljus över kommunikationsytor, uppställnings- och lagerytor medan det på arbetsplatserna ofta blir för dåligt ljus så att det i efterhand måste kompletteras med olika typer av platsorienterade armaturer. Dylåka belysningsssystem ger alltså många gånger ett dåligt belysningsresultat och samtidigt hög energiförbrukning.

Från bl.a. energisynpunkt är det gynnsammare att tillgodose kraven på bättre ljus med arbetsplatsorienterade belysningsssystem än med enbart allmänbelysningsarmaturer.

F.n. saknas riktigt bra platsbelysningsarmaturer. Utvecklingsarbeten pågår dock på en del håll varför nya armaturkonstruktioner kan förväntas redan inom de närmaste åren. Att få fram bättre platsbelysningsarmaturer, lämpliga för användning inom industrin, är en uppgift som borde prioriteras högt hos konstruktörer och armaturläverare.

Belysningsvärmen får ej betraktas endast som en tillgång. Ofta orsakar belysningsvärmén också ett kylproblem. Vid projektering av integrerade anläggningar bör alternativa lösningar värderas med hänsyn till total energiförbrukning och totala årskostnader.

Ett stort problem idag är att det saknas enhetliga provningsmetoder för ventilerade ljusarmaturer. Varje armaturfabrikant använder i stort sett sin egen mät- och redovisningsmetod. De i kataloger redovisade data gäller alltså under olika förutsättningar. Det är därför nästan omöjligt för en projektör att göra tekniskt-kvalitativa jämförelser mellan olika armaturtyper och system. De data som idag presenteras av fabrikanter gäller endast vid de speciella provningsbetingelserna, i laboratoriemiljön och är därför mycket svåra att omsätta till den verkliga anläggningen.

Det måste ses som mycket angeläget att snarast få fram enhetliga mät- och redovisningsmetoder med tekniska data som är mer praktiskt användbara.

Alla belysningsanläggningar måste underhållas p.g.a. att belysningen försämras genom att armaturer och ljuskällor blir dammiga och smutsiga. Ännu en orsak till att det erfordras kontroll och underhåll är att alla ljuskällor har begränsad livslängd och att ljusflödet med tiden blir avsevärt mindre. Med dagens sätt att projektera tas hänsyn till denna ljusnedgång genom dimensionering för ett ljusflöde, som initialt ofta är minst 50% högre än det som skulle erfordras utan ljusnedgång.

Genom att projektera för en planerad rengöring av armaturer och bytesrutin för ljuskällor minskas behovet av den initiala överdimensioneringen av anläggningar.

Kostnaderna för underhåll skall inte ses enbart som en nödvändig utgift. Genom ett väl skött belysningsunderhåll får man nämligen mer ljus från belysningsanläggningen utan höjning av energikostnaden.

Idag saknas anvisningar för belysningsunderhåll och man vet dessutom för lite om hur olika armaturkonstruktioner fungerar i olika miljöer. För att i framtiden komma ifrån överdimensioneringarna, behövs en kartläggning av t.ex. bibehållningsfaktorns storlek för resp. armaturkonstruktion och miljö.

Denna kartläggning, som kan vara ett lämpligt FoU-projekt, bör inriktas på bl.a.:

- att skaffa drifterfarenheter från olika arbetsmiljöer i Sverige.
- att utföra prov och studium av hur olika armaturkonstruktioner fungerar i olika typer av miljöer.
- att utföra ljusmätningar.
- att få fram värden på ljusminskningar som funktion av armaturkonstruktion, miljö och drifttid.
- att utföra lönsamhetskalkyler.

3.5 Eluppvärmning

År 1972 utgjorde elvärmda småhus och lägenheter i flerfamiljshus i Sverige c:a 15% resp. 2% av det totala antalet småhus resp. lägenheter. Enligt energiprognosutredningens alternativa prognoser för framtida utveckling (tabell 3.2) kan år 2000 andelen eluppvärmda småhus och lägenheter i resp. byggnadsbestånd utgöra 30-90% resp. 7-37%. Andelen eluppvärmda övriga byggnader kan vid samma tidpunkt bli c:a 35-55% av alla byggnader i den övriga sektorn.

TAB. 3.2 Fördelning mellan olika uppvärmningsformer i miljoner bostadsenheter (EPU)

	År 1972		År 2000							
	milj. %		Alt. 1 milj. %		Alt. 2 milj. %		Alt. 3 milj. %		Alt. 4 milj. %	
Småhus	1,37	100	2,0	100	2,0	100	2,0	100	2,0	100
fjärrvärme	0,01	0,7	0,10	5,0	0,80	40,0	0,10	5,0	0,7	35,0
oljepanna	1,16	84,7	0,10	5,0	0,60	30,0	0	0,0	0,30	15,0
elvärme	0,20	14,6	1,80	90,0	0,60	30,0	1,90	95,0	1,0	50,0
Lägenheter i flerfamiljshus	1,90	100	2,20	100	2,20	100	2,20	100	2,20	100
fjärrvärme	0,60	31,6	1,10	50,0	1,75	79,50	1,40	63,6	1,75	79,50
oljepanna	1,27	66,8	0,30	13,60	0,30	13,60	0	0	0,30	13,60
elvärme	0,03	1,6	0,80	36,40	0,15	6,90	0,80	36,4	0,15	6,90
Övriga lokaler	-	100	-	100	-	100	-	100	-	100
bränslen	-	75,0	-	45,0	-	65,0	-	45,0	-	65,0
elvärme	-	25,0	-	55,0	-	35,0	-	55,0	-	35,0

Som framgår av tabell 3.2 var år 1972 c:a 85% av småhusen och c:a 98% av lägenheterna uppvärmda med olja (här räknas fjärrvärme också som oljeuppvärmning) medan 75% av den övriga sektorn uppvärmdes med bränslen av vilka olja utgjorde mer än tre fjärdedelar. Med hänsyn till vårt oljeberoende kan en övergång från oljeuppvärmning till elektrisk uppvärmning vara en energihushållningsåtgärd av nationell betydelse.

Trots elvärmens fördelar såsom flexibilitet, lägre energiförbrukning, enklare reglering m.m., har elvärmerna under en längre tid varit en mycket omdebatterad och omdiskuterad fråga i Sverige. Stora meningsskiljaktigheter råder i fråga om elvärmens inverkan på behov och förbrukning av primära energikällor. Anledning till denna oenighet är bl.a. sättet att beräkna totalverkningsgrad för olika typer av energisystem (eller energikällor). En analys som visar att elvärmerna från energihushållningssynpunkt kan motiveras redovisas i bilaga 2.

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 med mer än 100%. Enligt prognoser bedöms att hushållsförbrukningen år 1985 skall vara 200-285 liter per person och dygn.

Metodik för värmebalansberäkningar och anläggningsdimensionering är välkänd och har utförligt behandlats i ett flertal andra publikationer under de senaste åren och skall därför inte redovisas här. Det är emellertid viktigt att poängtera att ur energihushållningssynvinkel bör större vikt läggas på ekonomisk dimensionering. Det innebär att bl.a. beräkningsnoggrannheten måste ökas genom att utveckla förbättrade beräkningsmetoder och simuleringsprogram. Vidare bör det eftersträvas att överdimensionering av anläggningarna undviks i möjligaste mån.

Från energihushållningssynpunkt är det även väsentligt att anläggningar för elektrisk rumsuppvärmning projekteras genom optimal avvägning mellan byggnadstekniska och installationstekniska (luftbehandlings- och elanläggningar) åtgärder. Anläggningar för varmvattenberedning (speciellt i bostadshus) dimensioneras för relativt låg vattentemperatur (40-45°C för handtvätt, bad osv). Där särskild elektrisk varmvattenberedare skall installeras bör frågan om värmeackumulering närmare undersökas.

Elektriskt drivna värmepumpar utgör i flera fall en attraktiv lösning till uppvärmnings- och ventilationssystem. Energibesparingen kan variera mellan 10% och 50%. Värmepumpar förekommer i många utföranden och kräver olika systemlösningar för olika värmedistributionssystem. För utförligare behandling av detta ämne hänvisas till annan litteratur (Statens Råd för byggforskning, 1975; Fikri, 1975)

Ljusvärme utgör ett värdefullt tillskott till den traditionella värmeanläggningen. Genom att kyla belysningsarmaturerna (med ventilationsluft eller vattencirkulation) kan värmen från ljuskällan tillvaratas samtidigt som en gynnsam drifttemperatur skapas i armaturen. Integrerade anläggningar för ljus, värme och ventilation kan i många fall vara gynnsamma från såväl ekonomisk som energihushållningssynpunkt. För utförligare behandling av ämnet hänvisas till annan litteratur (Hedlund & Holmberg, 1969)

3.6 Hissanläggningar

Hissarnas elförbrukning är en obetydlig del av byggnadens totala energiförbrukning. I ett 16- eller 17-våningshus med c:a 1000 m² per våningsplan och 6 st hissar som betjänar alla plan är hissanläggningens energiförbrukning c:a 1% av den totala förbrukningen. I vissa fall kan denna förbrukning uppgå till 2,5% av det totala behovet (Cleminsom & Rogers, 1974). Mot denna bakgrund är det klart att energibesparingar i en hissanläggning blir mycket blygsamma i förhållande till andra anläggningar i byggnaden. Trots denna begränsning finns vissa möjligheter för energibesparingar i hissanläggningar som i relation till andra belastningar inte är försumbara.

Bedömning av energihushållningsåtgärder i en hissanläggning görs genom att studera inverkan av avstängning av en eller flera hissar under vissa tidsperioder och simulera försämring av servicen. Avvägning görs mellan förbrukning före och efter avstängningen. Eftersom ett mindre antal hissar innebär att varje hiss får ta en större belastning är det mycket möjligt att energiförbrukningen blir större än väntat.

Energibesparingar kan däremot göras i byggnader där hisskapaciteten är klar överdimensionerad. En sådan analys kan utföras genom kapacitetsberäkningar och simulering av hisstrafiken med hjälp av datorprogram.

3.7 Styr- och övervakningssystem

För att kunna göra energibesparingar med hjälp av styrsystem behöver åtgärder vidtagas i första hand i anläggningar för kraftförsörjning, belysning, uppvärmning och ventilation samt hiss- och transportanläggningar.

Kartläggning av möjliga energibesparingar med hjälp av olika styråtgärder har delvis gjorts i olika typer av befintliga byggnader. Som ett exempel kan nämnas att i samband med Byggnadsenergigruppens mätningar i Tensta fastslogs att åtgärder såsom injustering av värmesystem, sänkning av rumstemperatur, inreglering av ventilationsystem, minskning av ventilation, sänkning av tilluftstemperaturen och information till hyresgäster om hur man spar varmvatten resulterade i energiminskning på 40%. Emellertid saknas tillfredställande underlag för utvärdering av olika typer av styr- och övervakningssystem. I en publikation (Ribbefjord, 1975) anges följande sammanställning (tabell 3.3) av möjliga energibesparingar i dagens styr- och regler-system.

TAB. 3.3 Möjliga energibesparingar med dagens styr- och reglersystem.

Åtgärd	Besparing
1. Automatisk temperaturreglering av lokalvärme.	Cirka 20-30% jämfört med manuell styrning
2. Automatisk tidursstyrd nattsänkning av temperaturen.	Cirka 10% jämfört med konstant temperaturreglering dygnet runt.
3. Lägre rumstemperatur	5% per °C sänkning.
4. Optimeringsanordning vid nattsänkning av temperaturen.	Cirka 5-15% jämfört med tidursstyrd nattsänkning
5. Användning av PI-regulatorer.	Cirka 5-10% jämfört med P-regulatorer.

3.8 Installationsmaterial

En elanläggning är uppbyggd av apparater och ledningar som består av material för överföring av elenergi (ledare), material för isolering av spänningsförande delar samt material för mekaniskt skydd av apparater och ledare. Det färdiga materialet representerar en energimängd som sammansätts av den energi som åtgått för produktion av materialet och den energi som funnits i de råämnen som krävts för materialtillverkningen.

Inom elbranchen är koppar med sin goda ledningsförmåga det dominerande ledningsmaterialet. Under senare år har även aluminium kommit till användning som ledningsmaterial framför allt för kablar med ledningsareor från 50 mm² och uppåt. Aluminium som ledningsmaterial har lägre pris och lägre vikt än koppar men ledningsförmågan är sämre. Det åtgår även mer energi för framställning av aluminium än koppar. Se tabell 3.4.

Som isolering för såväl ledningar som apparater används idag plaster av olika slag. Dessa har nästan helt ersatt naturgummi och oljeimpregnerat papper som tidigare utgjorde isolermaterialet för installationsledningar resp. jordkablar. Utöver plaster används i mindre utsträckning keramiska isolermaterial såsom porslin och steatit där speciella krav ställs på termiskt och mekanisk stabilitet.

Mekaniska skydd såsom kapsling av elcentral, armering av kabel och rör för elledningar består av metall eller plast. För kapslingar används vanligtvis stålplåt eller pressgjuten lättmetall. För kapslingar av mindre apparater såsom uttagsdon, reläer mm används plast liksom för rör för infälld förläggning och ellister.

Tabell 3.4 anger storleksordningar för materialens produktion, erforderliga energimängder i kWh/ton material resp. kWh/m³ material. Det bör observeras att den verkliga energiförbrukningen vid materialtillverkning är beroende av den process som används och dessutom svår att bestämma noggrant. (SOU 1974:74).

TAB. 3.4 Erforderlig energi för framställning av olika material i elanläggningar

Material	kWh/ton	kWh/m ³
Aluminium	32000	85000
Stål	10500	82000
Koppar	8000	71000
Plast	11000	11000
Porslin	6200	14900

För elinstallationerna i ett bostadshus kan man enligt SOU 1974:74 räkna med en energiförbrukning av 10,3 kWh/m³ byggvolym. Motsvarande siffra för VVS-installationerna är 13,5 kWh/m³ byggvolym. Om man antar att installationernas energiförbrukning avskrivs på 20 år och jämför denna årliga avskrivning med årlig övrig förbrukad energi i byggnaden så utgör den i installationernas materiel ingående energien en mycket liten del (2-3%) av byggnadens årliga energiförbrukning.

Även om det från energibesparingssynpunkt inte finns så mycket att vinna för den enskilda byggnaden bör energiförbrukningen för materialframställningen beaktas vid jämförelse av olika material för samma ändamål. Exempel härpå är koppar alternativt aluminium i exempelvis kablar och ledningar.

Utöver energiåtgång vid materialframställning åtgår det energi vid byggproduktionen. Elenergi krävs vid exempelvis belysning och uppvärmning av bodar, drift av maskiner, hissar m.m.

Med tanke på byggbranschens storlek finns det motiv att bestämma energiåtgång för material och produktion och ta med denna i byggnadens totala energibalans. Det efterfrådas dock mer kunskap om olika materials och produktionsmetoders energiåtgång varför det är befogat med något FoU-projekt inom detta området.

3.9 Kontroll, drift och underhåll

Frågor kring kontroll, drift och underhåll har blivit mer betydelsefulla i samband med energihushållningen. Kontroll sker närvarande till största delen under produktionsskedet och besiktning i samband med överlämnandet av anläggningen. Den största delen av arbetet har då varit inriktat på att fastställa omfattningen samt anläggningsdelarna uppbyggnad och system.

Drifts- och funktionskontroller har hitills inte uppmärksammas i tillräcklig hög grad med tanke på energihushållning. Detsamma gäller en seriöst utförd funktionsbesiktning i samband med slutbesiktning. Orsaken till detta kan vara kostnaden, saknaden av kompetenta kontrollanter och besiktningsmän eller brist på lämpliga och pålitliga metoder för funktionskontroll och besiktning.

Från energihushållningssynpunkt är det viktigast men även svårast att kontrollera den slutliga funktionen av byggnad och installationer tillsammans. Störningar i byggnadens funktion som kan vara orsakade av elinstallationerna är bl.a. minskad ljudisolering, minskad värmeisolering samt otätheter. Anläggningsfunktioner såsom styr, elvärme, ljus m.m. måste kontrolleras visavi VVS-anläggningar och byggnad för att nå fram till en slutlig funktionskontroll avseende rumsklimatet. Mätningar måste utföras för att kontrollera att avvikelser mot ställda krav hålls inom en acceptabel gräns.

För att underlätta funktionskontroller måste redan vid projekteringen tillses att anläggningarna är mätvänliga. I bygghandlingarna skall också klart framgå funktionskrav och toleranser. Modeller för funktionskontroller bör utvecklas som är anpassade till modeller och metoder för projektering, beräkning och prognosering av funktionen. Hänsyn bör även tagas till att mätresultat från ett mättillfälle skall kunna omräknas till prestanda vid andra förutsättningar än mättillfället.

Den nya elinstallatörsförordningen (SFS 1975:976) som gäller från och med den 1 april 1976 föreskriver att elleverantör är skyldig att på anläggningsägarens begäran mot ersättning besiktiga anmält installationsarbete för lågspänning. Här gäller det att se upp så att det inte går slentrian i dessa besiktningar så att funktioner och energibesparingsaspekter åtsidosätts. Besiktningarna bör utföras av opartisk besiktningsman som besitter den kompetens som svarar mot uppdraget.

Det finns samband mellan drift, underhåll och energibesparing. Hänsyn till detta har tagits i SBN 75, där det föreskrivs att nya anläggningar skall vara försedda med detaljerade drift- och underhållsinstruktioner.

Hittills har bygg- och anläggningskostnader stått i förgrunden. Ett omtänkande ifråga om relationerna mellan anläggningskostnader och driftkostnader är motiverad och måste ske snarast.

Med hänsyn till de krav som samhället ställer på energihushållning i byggnader krävs att byggnadskonstruktionen inte enbart anpassas efter traditionella estetiska synpunkter och krav på inomhusklimat. Investerings-, drift- och underhållskostnader måste även optimeras. Istället för att fastställa en kostnadsram i relation till parametrar som är bestämmande för byggnadskonstruktionen, fordras numera att byggnadskonstruktionen anpassas efter en i förväg fastställd kostnadsram. För att tillgodose dessa krav måste detaljerad analys av årliga anläggnings- och driftkostnader utföras. Användbarhet och giltighet av dessa analyser är till stor del beroende av den noggrannhet med vilken byggnadens årliga effektuttag och energiförbrukning beräknas.

Redan under systemhandlingsskedet måste ställning tas till val av lämplig byggnadskonstruktion och utformning av VVS- och elanläggningar för att uppnå önskat inomhusklimat. Eftersom antal frihetsgrader vad beträffar val av eltaxa, uppvärmnings- och ventilationssystem, belysningsystem, interna belastningar m.m. är stort, har det blivit nödvändigt att för större byggnader utföra detaljerade energianalyser för varje system, energislag och byggnadskonstruktion.

Energianalysen för en viss byggnadskonstruktion baseras i första hand på beräkning av värmeförluster och värme-lagring i byggnadsstommen. I dessa beräkningar måste hänsyn tas till sammansättning av fasadytor, glastyper och dessas inverkan på värmelagring och värmetröghet samt dimensionering av systemet i sin helhet.

Beräkningsarbetet försvåras genom att i flera fall förutom jämförelse av olika systemlösningar olika byggnadszoner behöver behandlas var för sig. Beräkningen blir ännu mer komplicerad då energiförbrukning av respektive system, interna belastningar från belysningsanläggning, kontorsmaskiner och personvärme, personbeläggningsmönster, varierande tider för anläggningsdrift, belastningarnas dygnsvariationsmönster och förekommande elkraft- och bränslekostnader skall integreras för att ge en optimal lösning. Vidare kan det bli aktuellt att undersöka lönsamhet vid värmeåtervinning och/eller värmeackumulering. Analyser av denna art är så omfattande att manuella beräkningar oftast inte är ekonomiskt motiverbara utan får göras med hjälp av datorprogram.

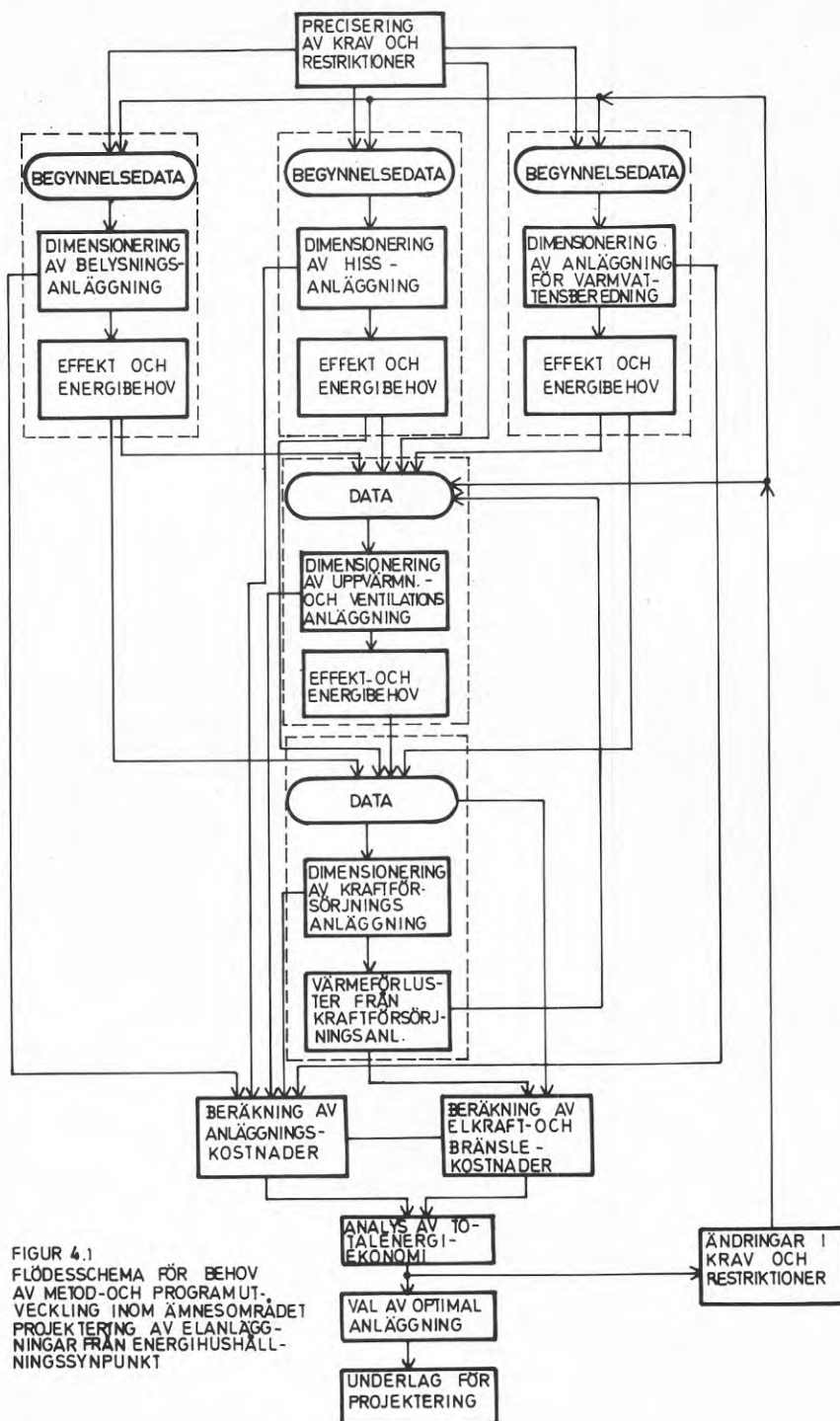
I syftet att tillgodose ovan angivna behov har ett antal datorprogram (s.k. simuleringsprogram) utvecklats både i Sverige och utomlands. En förteckning över tillgängliga datorprogram för analys av energianläggningar i byggnader framgår av bilaga 3.

Behov av metod- och datorprogramutveckling inom ämnesområdet projektering av elanläggningar från energihushållningssynpunkt redovisas schematiskt i fig. 4.1. Analysen omfattar följande steg i beräkningarna.

- Precisering av krav och restriktioner på anläggningarnas funktion.
- Dimensionering
- Kostnads kalkylering

Som tidigare nämnts är det viktigt från energianalys-synpunkt att såväl byggnadskonstruktion som energianläggningarnas utformning betraktas i sin helhet. För att förbättra energihushållningsmöjligheter och energi-ekonomi kan ett flertal åtgärder vidtagas under anläggningarnas drift. Analys av dessa data såsom inomhus-temperatur, belysning, luftmängder i ventilationsanläggning, förändringar i valda reglerförlopp, ändringar i byggnads- och anläggningarnas utformning samt övriga åtgärder som kan bli aktuella för respektive system-lösning. Beräkningar enligt ovan behöver därför omarbetas.

Vid analys av total energiekonomi i en byggnad är dimensionering och utformning av elanläggningar en viktig del. Flödesschemat enligt fig. 4.1 visar att för att uppnå optimala lösningar är det nödvändigt att betrakta dimensionering av el- och vvs-anläggningar som ett integrerat optimeringsproblem vilket studeras med hjälp av datorprogram.



FIGUR 4.1
FLÖDESSCHEMA FÖR BEHOV
AV METOD- OCH PROGRAMUT-
VECKLING INOM ÄMNESOMRÅDET
PROJEKTERING AV ELANLÄGG-
NINGAR FRÅN ENERGIHUSHÅLL-
NINGSSYNPUNKT

För närvarande existerar i Sverige inget integrerat datorprogram för optimering av el- och vvs-anläggningar enligt ovan. Ett flertal enskilda datorprogram för beräkningar avseende belysningsanläggning, installationsapparat, klimat, temperatur, rör och eldistribution är tillgängliga. Datorprogram för dimensionering av elanläggningar i byggnader saknas nästan helt.

Utveckling av ett integrerat datorprogram för energianalys i byggnader i Sverige är möjlig antingen genom integrering av befintliga program med nya eller genom anpassning av tillgängliga program i utlandet till svenska förhållanden.

I USA existerar redan ett flertal program för analys av integrerade energisystem. Två av de mest avancerade av dessa program har utvecklats av Electric Energy Association (numera en del av Edison Electric Institute) respektive Westinghouse Electric Corporation. Med hjälp av Electric Energy Associations program kan upp till 15 olika systemlösningar för uppvärmning och ventilation jämföras.

Ett liknande datorprogram har utvecklats av Electricite de France (EDF) i Frankrike. Med hjälp av detta program kan energianalys av 7 olika system för uppvärmning och ventilation utföras.

Förutom avancerade datorprogram för analys av energiekonomi erfordras enkla och praktiska hjälpmedel (d.v.s. beräkningsrutiner, anvisningar, mallar o.s.v) för projektering av elanläggningar.

4.1 Kraftförsörjning

Anläggningar för kraftförsörjning kan uppdelas i el-distributionsnät inom ett område och kraftförsörjningsanläggningar i en byggnad. En översiktlig beskrivning av behov av metod- och datorprogramutveckling för dimensionering av dessa anläggningar framgår av fig. 4.2 respektive 4.3.

Eldistributionsnät inom ett område

För att fastställa kraftförsörjningssystemets utformning upprättas ett belastningsprogram dels för varje byggnad dels för hela området. Dessa uppgifter ligger som grund för bestämning av antal och typ av transformatorer i respektive transformatorstation samt dimensionering av mottagningsstationen.

För bestämning av lämplig nätutformning väljes alternativa systemlösningar (d.v.s. kabeltyp, koppling, spänning). Med hänsyn till nätutförandet sker dimensionering och utformning av transformator- och mottagningsstationer. För kontroll av elkvalitet och elleveranssäkerhet utföres tekniska beräkningar. Anläggningarna

kostnadsberäknas och alternativa systemlösningar jämföres från ekonomisk, elkvalitets- och elleveranssäkerhetssynpunkt. Underlag för beräkning av effekt- och energibehov samt belastningsprognosering kan lämpligen inhämtas från en databas för belastningsunderlag. På ett liknande sätt kan underlag för kostnadsberäkningar framtagas från en kostnadskatalog.

För dimensionering och projektering av eldistributionsnät inom ett område erfordras dels hjälpmedel för manuella beräkningar dels datorprogram enligt tabell 4.1.

Kraftförsörjningsanläggningar i byggnader

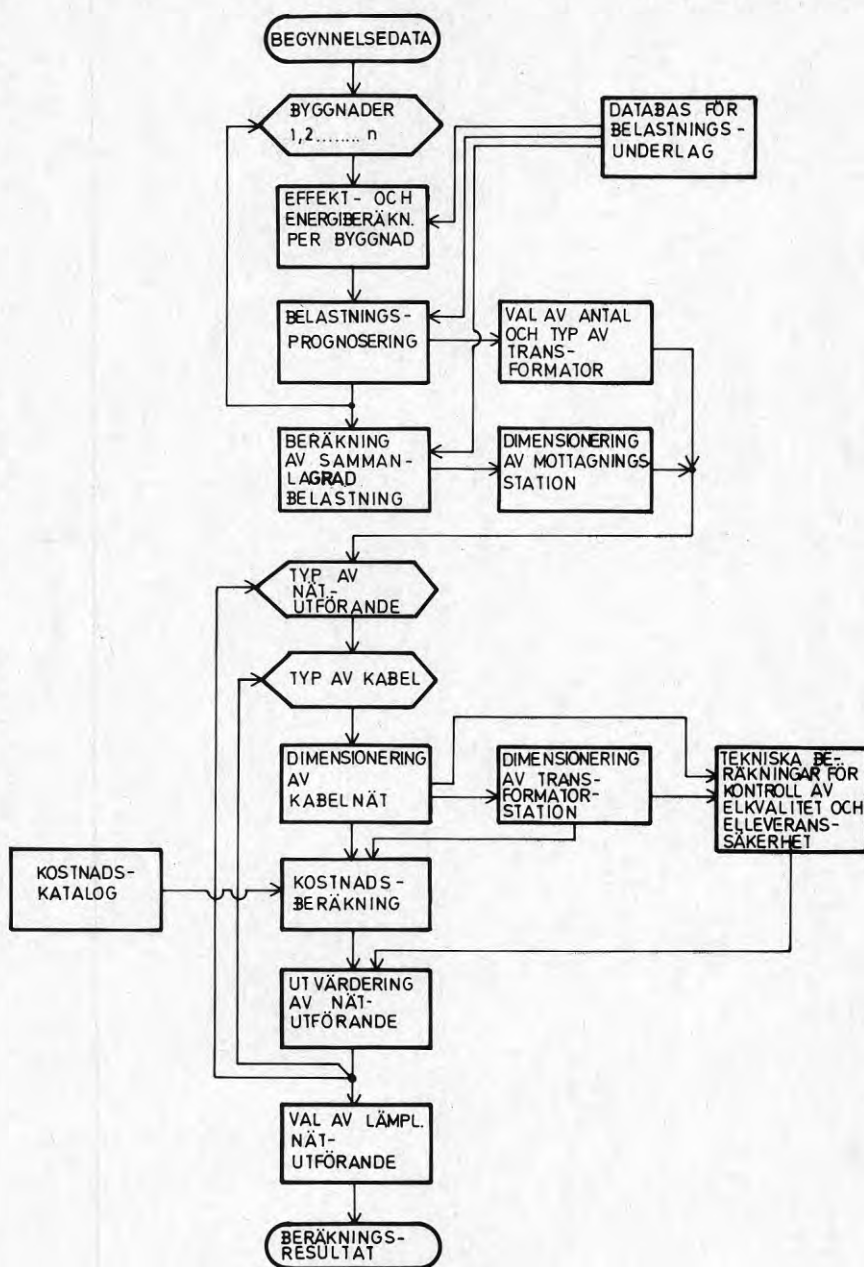
För dimensionering av transformator- och ställverksanläggningar i byggnader erfordras kännedom om dagens och framtida effekt- och energibehov i byggnaden. Dessa uppgifter erfordras för varje anläggningstyp. Vidare fordras kännedom om sammanlagringsförhållande mellan olika typer av belastningar. För närvarande saknas såväl grundläggande belastningsunderlag som metoder för beräkning av sammanlagrade effekter, dygnsvariationskurvor m.m.

Eldistributionssystemet kan utformas på flera olika sätt och behov av optimal planering av elschakt, huvudledningssystem, transformator- och ställverksrum föreligger. För att kontrollera att byggnadens kraftsystem uppfyller tekniska krav och villkor behöver ett antal beräkningar utföras. I dessa ingår kortslutnings- och jordslutningsberäkningar, beräkningar för selektivplaner, svängningar i elverkets kraftnät, startförlopp för stora motorer m.m.

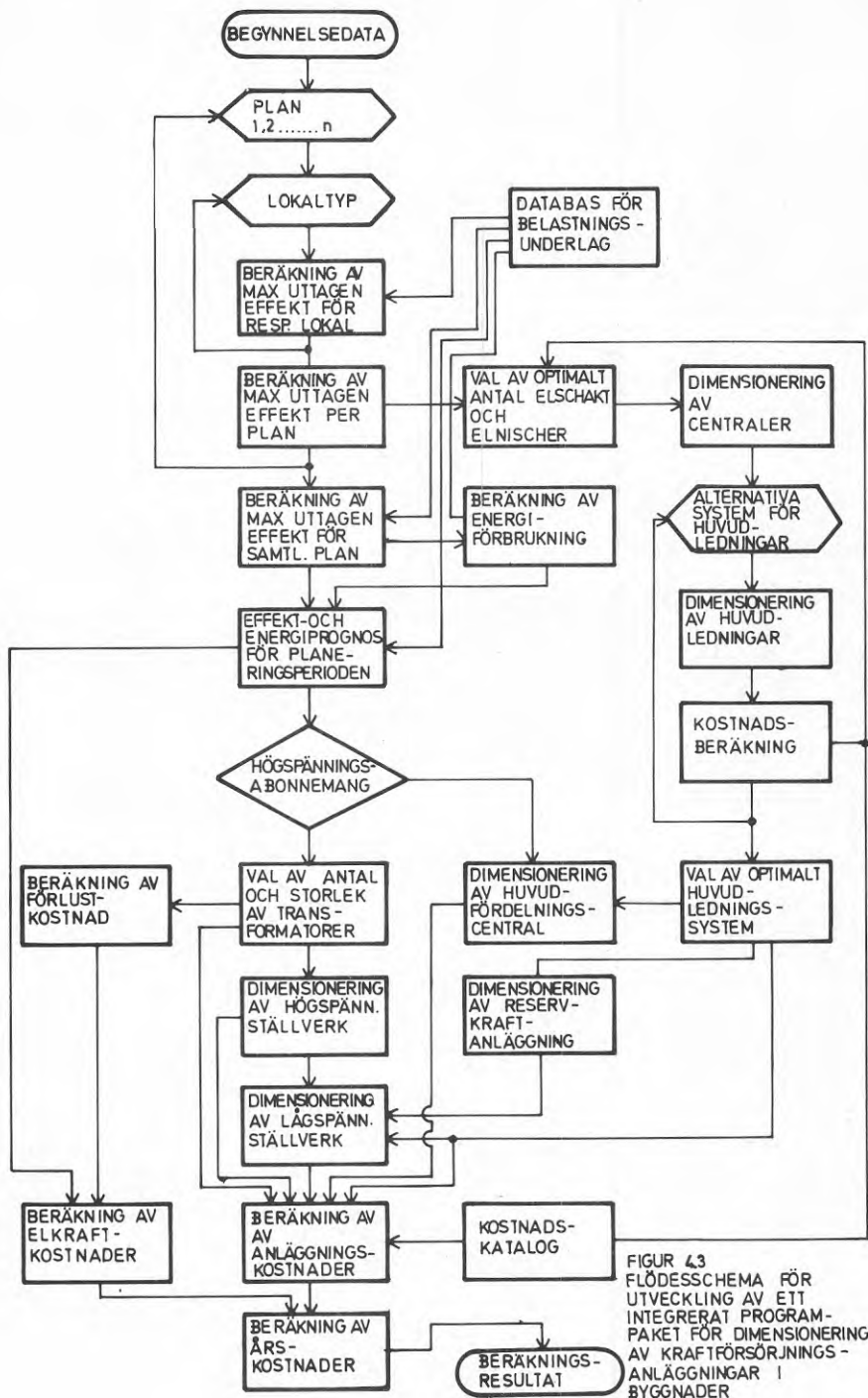
I fall där behov av avbrottsfri kraft föreligger behöver frågor beträffande dimensionering av reservkraftanläggningar utredas. För att öka systemtillförlitligheten kan reservmatning och reservtransformatorer bli aktuella.

Eftersom transformatorernas tomgångs- och belastningsförluster resp. förluster i kablar och övriga elutrustningar utgör tillskottsvärme för uppvärmningsändamål och värmebelastning ur kylningssynpunkt behövs procedurer för beräkning av värmeförluster.

Behov av metod- och datorprogramutveckling för projektering av kraftförsörjningsanläggningar i byggnader visas schematiskt i fig. 4.3. Behov av utveckling av enskilda hjälpmedel för manuella resp. datorberäkningar specificeras i tabell 4.2.



FIGUR 4.2
FLÖDESSCHEMA FÖR UTVECKLING AV ETT PROGRAMPAKET
FÖR DIMENSIONERING AV ELDISTRIBUTIONSNÄT INOM ETT
BYGGNADSOMRÅDE



TAB 4.1: Behov av metod- och datorprogramutveckling för projektering av eldistributionsnät inom ett område

Löpnr.	Beräkningsart	Behov av hjälpmedel		Indata	Utdata
		Manuella beräkn	Datorberäkn		
1.	Effekt och energibehov i en byggnad	X	X	- m^2 eller m^3 - Lokaltyp - W/m^2 - Wh/m^2	- Max uttagen effekt - Årlig energiförbrukning - Statistisk fördelning
2.	Belastningsprognosering	X	X	- Max effekt, energiförbrukn. eller statistisk fördelning	- Prognoserad max effekt, energiförbrukn. eller statistisk fördelning
3.	Val av antal transformatorer	X	X	- Max uttagen effekt - Varaktighetskurva eller dygnsvariationskurva	- Antal och typ av transformatorer
4.	Sammanlagring mellan olika byggnaders belastningar	X	X	- Max effekt, energiförbrukn. eller statistisk fördelning	- Sammanlagrad maxeffekt
5.	Dimensionering av mot-tagningsstation	X	X	- Max effekt - Spänningsnivå - Inkommande och utgående grupper	- Mängdspeicifikation - Lay-out
6.	Generering av alternativa systemlösningar till nätutförande	-	X	- Antal och typ av transformatorstationer	- Tänkbara nätkonfigurationer

TAB 4.1: Behov av metod- och datorprogramutveckling för forts projektering av eldistributionsnät inom ett område

Löpnr.	Beräkningsart	Behov av hjälpmedel		Indata	Utdata
		Manuella beräkn.	Datorberäkn.		
9.	<u>Tekniska beräkningar:</u>				
	- Belastningsfördelning		X	- Nätkonfiguration	- Belastnings-, kort-
	- Kortslutningsberäkningar		X	- Effekt- eller energiuppgifter	slutnings- och jordslutningsströmmar
	- Jordslutningsberäkningar		X	- Uppgifter om R och X	- Felfrekvens och avbrottstid
	- Tillförlitlighetsberäkningar		X		
10.	Kostnadsberäkning	X	X	- Systemkonfiguration alternativt mängdspecifikation	- Kostnader
11.	Utveckling av databas för belastningsunderlag	X	X	- Belastningsart	- Effekt och energiuppgifter - Belastningsutveckling
12.	Utveckling av kostnadskatalog	X	X	- Apparattyp - Anläggnings- typ	- à-priser - Enhetspriser - Priser/m ² - Priser per anläggning
13.	Utvärdering av nätberäkning	X	X	- Utvalda resultat från beräkningsrutiner 9 och 10	- Sammanfattning av kostnader samt för- och nackdelar

TAB 4.2: Behov av metod- och datorprogramutveckling för projektering av kraftförsörjningsanläggningar i byggnader

Löpnr.	Beräkningsart	Behov av hjälpmedel		Indata	Utdata
		Manuella beräkn	Datorberäkn		
1.	Max uttagen effekt per lokal eller plan	X	X	- Inst. uttagen effekt per m^2 eller Wh/m^2	- Max effekt per lokal - Max effekt per plan
2.	Totalt sammanlagrad effekt av ett eller flera plan	X	X	- Uttagen effekt eller energiförbrukn. per plan	- Max effekt - Statistisk fördelning
3.	Val av optimalt antal elschakt	X	X	- Ytdimensioner - W/m^2 , Wh/m^2 eller uttagen effekt per plan	- Antal, typ och placering av elschakt
4.	Dimensionering av centraler	X	X	- Antal och placering av elschakt - W/m^2 , Wh/m^2 eller uttagen effekt per plan	- Antal, typ, storlek och placering av centraler per plan
5.	Generering av alternativa system för huvudledningar	X	X	- Antal, typ, storlek och placering av centraler	- Systemkonfiguration

TAB 4.2: Behov av metod- och datorprogramutveckling för projektering av kraftförsörjningsanläggningar i byggnader

Löpnr.	Beräkningsart	Behov av hjälpmedel		Indata	Utdata
		Manuella beräkn	Datorberäkn		
6.	Dimensionering av huvudledning	X	X	- Systemkonfiguration av huvudledningar - Uppgifter om tillåten kabelbelastning enl säkerhetsföreskrifter - Spänningsfall och förluster i ledningen	- Ledningstyper
7.	Kostnadsberäkning av huvudledningssystem (huvudledningar och centraler)	X	X	- Systemkonfiguration eller mängdspecifikation - Å-priser	- Kostnader
8.	Dimensionering av huvudfordelningscentral	X	X	- Totalt sammanlagrad max. effekt - Antal utgående grupper	- Mängdspecifikation - Lay-out av elcentralrum
9.	Beräkning av energiförbrukning	X	X	- Totalt inst. effekt eller - Max. uttagen effekt	- Energiförbrukning
10.	Belastningsprognosering	X	X	Se nr 2 i tabell 4.1.	
11.	Beräkning av specifika belastningsstorheter	X	X	- Årlig energiförbrukning eller statistiska fördelningar	- Varaktighetskurvor - Dygnsvariationskurvor - Debiteringsgrundande effekt - Utnyttjningstid

TAB 4.2: Behov av metod- och dataprogramutveckling för projektering av kraftförsörjningsanläggningar i byggnader

Löpnr	Beräkningsart	Behov av hjälpmedel		Indata	Utdata
		Manuella beräkn	Datorberäkn		
12.	Beräkning av säsongsvariationer av energiförbrukning	X	X	- Årlig energiförbrukning - Belastningsart	- Energiförbrukning per månad - Energiförbrukning under månader maj-augusti resp sept-april
13.	Val av antal, typ och storlek av transformatorer	X	X	Se nr 3 i tabell 4.1.	
14.	Dimensionering av högspänningsstallverk	X	X	- Antal, typ och storlek av transformatorer - Bestämmelser om stallverksrum - Krav från kraftleverantör	- Mängdspecifikation - Lay-out
15.	Dimensionering av lågspänningsstallverk	X	X	- Systemkonfiguration av huvudlednings-system - Antal, typ och storlek av transformatorer - Utformning av högspänningsstallverk - Krav från kraftleverantör	- Mängdspecifikation - Lay-out
16.	Dimensionering av reservkraftanläggning	X	X	- Systemkonfiguration av huvudlednings-system - Max effekt av reservkraftanläggning	- Mängdspecifikation - Lay-out

TAB 4.2: Behov metod- och dataprogramutveckling för projektering av kraftförsörjningsanläggningar i byggnader
forts

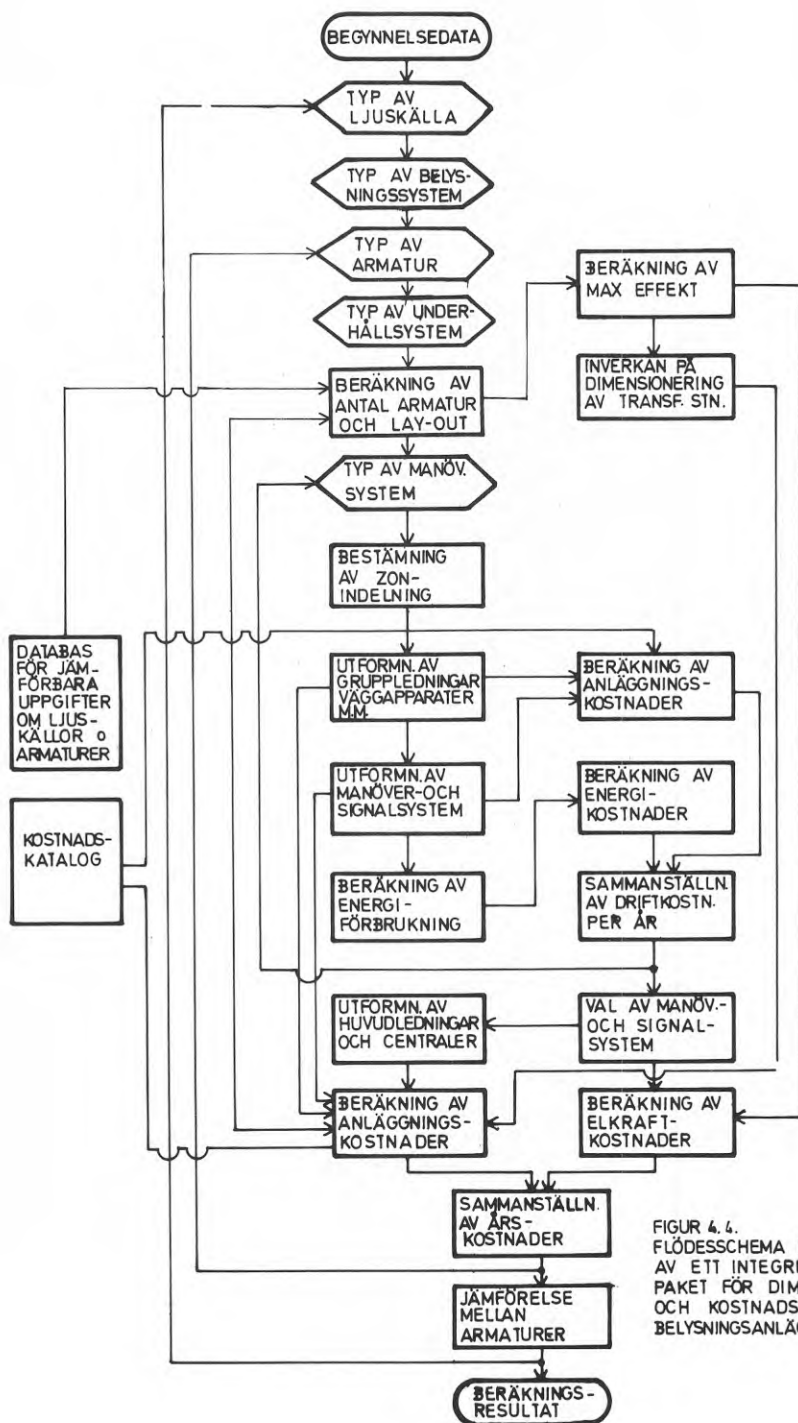
Löpnr	Beräkningsart	Behov av hjälpmedel		Indata	Utdata
		Manuella datorberäkn	beräkn		
17.	Beräkning av transformatorförluster	X	X	- Antal och typ av transformatorer - Belastningsart	- Effekt- och energiförluster
18.	Kostnadsberäkning - Elschakt, elnischer - Centraler - Huvudledning, Kabel i kanaler Kanalisation - Högsp. ställverk - Lågsp. ställverk - Transformatorer - Reservkraftanläggning - Transformatorförluster - Elkraftkostnader	X	X	- Mängdspecifikation - à-priser - Enhetspriser	- Kostnader
19.	Utveckling av databas för belastningsunderlag	X	X	Se nr 11 i tabell 4.1	
20.	Utveckling av kostnadskatalog (Se även nr 12 i tabell 4.1)	X	X	- Apparattyp - Anläggningstyp	- à-priser - Enhetspriser - Priser/m ² - Priser per anläggning

4.2 Belysning

Flödesschema för utveckling av ett integrerat programpaket för dimensionering och kostnadsberäkning av belysningsanläggning framgår av fig. 4.4.

Utgående från krav på belysningsanläggning och övriga begynnelsedata väljs tänkbara systemlösningar (.d.v.s. typ av ljuskälla, ljusarmatur, manöversystem). För varje kombination ljuskälla-ljusarmatur beräknas antal armaturer, belysningslayout, maximeffekt och inverkan på dimensionering av kraftförsörjningssystem. Därefter skisseras alternativa manöver- och underhållssystem. Utformning av gruppledningar, väggapparater, centralutrustningar (tidur o.d.), huvudledningar och centraler bestäms. Genom beräkning av årliga driftkostnader fastställs val av det mest ekonomiska manöver-, signal- och underhållssystemet för varje typ av ljusarmatur. Vidare jämförs årskostnader för alternativa systemlösningar för bestämning av den ekonomiskt optimala lösningen.

Behov av hjälpmedel för manuella beräkningar och datorberäkning vid dimensionering och projektering av belysningsanläggning framgår av tabell 4.3.



FIGUR 4.4. FLÖDESSCHEMA FÖR UTVECKLING AV ETT INTEGRERAT PROGRAMPAKET FÖR DIMENSIONERING OCH KOSTNADSBERÄKNING AV BELYSNINGSANLÄGGNING

TAB 4.3: Behov av metod- och dataprogramutveckling för projektering av belysningsanläggning

Löpnr	Beräkningsart	Behov av hjälpmedel		Indata	Utdata
		Manuella beräkn	Datorberäkn		
1.	Beräkning av antal armaturer	X	X	<ul style="list-style-type: none"> - Lokaldimensioner - Typ av inredning - Verksamhetsart - Önskad belysningsstandard (belysningsstyrka, bländtal mm luminansförhållanden) - Typ av ljuskälla - Typ av ljusarmatur - Miljö - System för underhåll 	<ul style="list-style-type: none"> - Antal armaturer - Effekt per m²
2.	Beräkning av belysnings lay-out	X	X	<ul style="list-style-type: none"> - Lokaldimensioner - Antal armaturer - Lay-out av ventilations-trummor, rör, u-tak, mm - Placering av fönster och arbetsbord 	<ul style="list-style-type: none"> - Placering av belysningsarmaturer
3.	Beräkning av max uttagen effekt av belysningsanl. - Per plan - Vid huvudfördelningscentral - Vid transformatorstation	X	X	<ul style="list-style-type: none"> - Total installerad effekt - Sammanlagringsfaktorer 	<ul style="list-style-type: none"> - Max uttagen effekt

TAB 4.3: Behov av metod- och dataprogramutveckling för projektering av belysningsanläggning

Löpnr	Beräkningsart	Behov av hjälpmedel		Indata	Utdata
		Manuella beräkn	Datorberäkn		
4.	Automatisk generering av alternativa manöver- och underhållssystem	-	X	- Antal och typ av armaturer - Belysningsanläggningslayout - Drifftider - Miljö - Underhållssystem	- Tänkbara lösningar till manöver- och underhållssystem
5.	Bestämning av zonindelning	X	X	- Belysningslayout - Manöver- och signal-systemets utformning	- Uppdelning av belysningsanläggning i separat manöverbara zoner
6.	Utformning av gruppdelningar och bestämning av antal väggapparater	X	X	- Belysningslayout - Zonindelning - Typ av manöver-system - Arb.platser mm	- Mängdspecifikation - Lay-out av gruppdelningar och väggapparater
7.	Utformning av manöver- och signalsystem	X	X	- Central-placeringar - Typ av belysningsmanöver - Belysningslayout	- Mängdspecifikation - Lay-out av manöver- och signalledningar samt centralutrustningar (tidur m.m.)
8.	Dimensionering av huvuddelningar och centraler	X	X	Se nr 4, 5 och 6 i tabell 4.2.	

TAB 4.3: Behov av metod- och dataprogramutveckling för projektering av belysningsanläggning

Löpnr	Beräkningsart	Behov av hjälpmedel		Indata	Utdata
		Manuella beräkn	Datorberäkn		
9.	Beräkning av energiförbrukning	X	X	<ul style="list-style-type: none"> - Belysnings lay-out - Typ av manöver-system - Drifttider - Dagljus-förhållande osv 	<ul style="list-style-type: none"> - Årlig energiförbrukning
10.	Kostnadsberäkning <ul style="list-style-type: none"> - Ljuskällor - Armaturer - Manöver och signalsystem - Gruppledningar - Vägapparater - Huvudledningar - Centraler osv - Underhåll 	X	X	<ul style="list-style-type: none"> - Mängdspecifikation - Underhåll 	<ul style="list-style-type: none"> - Kostnader
11.	Databas för uppgifter om ljuskällor, armaturer m.m.	X	X	<ul style="list-style-type: none"> - Typ av ljuskälla och armatur 	<ul style="list-style-type: none"> - Ljusegenskaper och övriga prestanda
12.	Kostnadskatalog	X	X	<ul style="list-style-type: none"> - Typ av ljuskälla, armatur, apparat osv 	<ul style="list-style-type: none"> - Å-priser - Enhetspriser - Priser per m² - Priser/anläggning

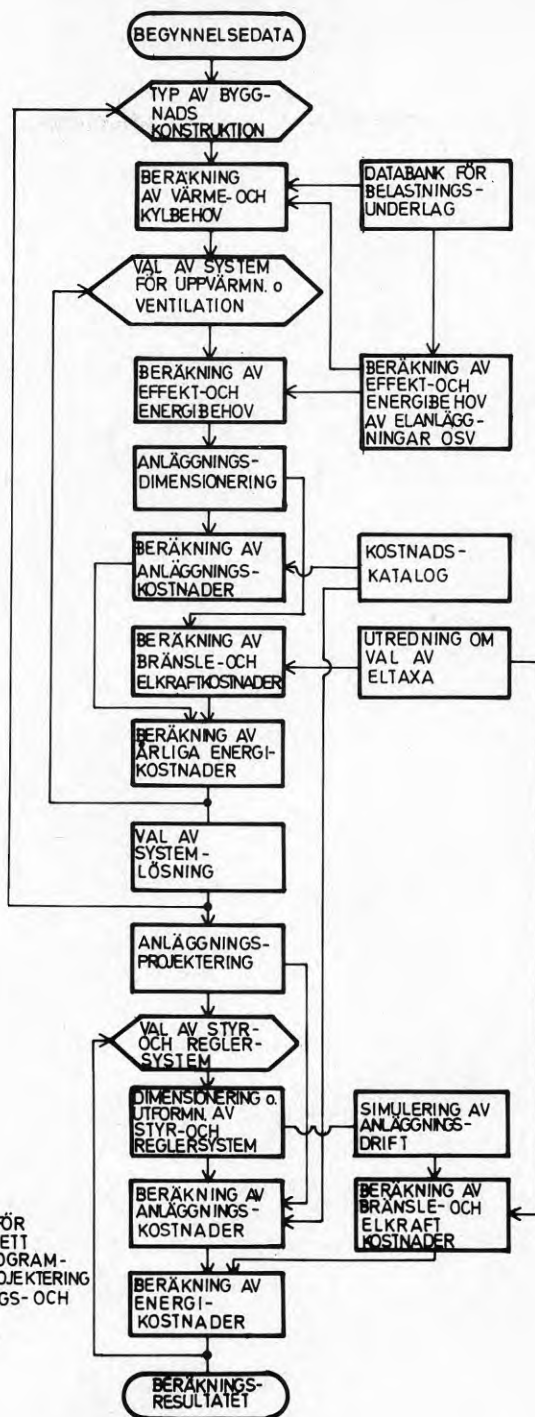
4.3 Uppvärmning och ventilation

Grundläggande för dimensionering av uppvärmnings- och ventilationsanläggningar är val av lämplig byggnads-konstruktion.

När den optimala systemlösningen (typ av byggnads-konstruktion, uppvärmnings- och ventilationsystem, val av eltaxa, utformning av elanläggningar vars dimensionering kan påverkas av uppvärmnings- och ventilationsanläggningar) har fastställts, projekteras anläggningarna mera i detalj. Under detta skede är det väsentligt att lägga stor vikt på dimensionering och utformning av ett lämpligt styr- och övervakningssystem.

Val av optimala styr- och övervakningssystem sker genom att skissera alternativa lösningar. För varje systemlösning simuleras anläggningarnas drift genom noggrann representation av anläggningen och styr- och övervakningssystemet. Både anläggningskostnader (för styrsystem) och elkraft- (eller bränslekostnader) kostnader beräknas. Jämförelse av årliga energikostnader av olika systemlösningar görs för att fastställa det optimala styr- och övervakningssystemet.

Flödesschema för utveckling av integrerat programpaket för uppvärmnings- och ventilationsanläggning framgår av fig. 4.5.



FIGUR 4.5
FLÖDESSHEMA FÖR
UTVECKLING AV ETT
INTEGRERAT PROGRAM-
PAKET FÖR PROJEKTERING
AV UPPVÄRMRINGS- OCH
VENTILATIONS-
ANLÄGGNINGAR

Som framgår av bilaga 3 existerar i Sverige ett antal datorprogram för beräkning av värme- och kylbehov i byggnader. Vissa av dessa program är så utvecklade att byggnadens värme- och kylbehov kan beräknas timme för timme. Beräkningen av årlig effekt- och energibehov utföres med hjälp av klimatdata för ett helt år (s.k. normalår). Netto värme- och kylbehov beräknas med hänsyn till värmeförluster från belysning, hissar, personer, solinstrålning samt övriga förluster från eldistributionsanläggningar (transformatorer, kablar m.m.), kontorsmaskiner, varmvattenberedare och övriga elektriska utrustningar.

Meningsskiljaktigheter råder bland klimatforskare beträffande val av klimatdata för ett normalt år. För att klarlägga denna fråga pågår för närvarande ett forskningsarbete hos Institutionen för uppvärmnings- och ventilationsteknik vid Kungliga Tekniska Högskolan i Stockholm, avseende val av klimatdata för beräkningar av byggnadens energibehov.

I de flesta datorprogram för beräkning av värme- och kylbehov anges som ingångsdata uppgifter om interna belastningar från elanläggningar såsom belysning, hissar, eldistributionsanläggning och övriga kraftanläggningar. Eftersom datorprogram för noggrannare beräkning av dessa belastningar saknas föreligger risken att elanläggningar, vilka utgör en betydande värmekälla i byggnaden, blir schematiskt representerade. Därigenom kan slutresultaten vid värme- och kylbehovsberäkningar starkt påverkas.

Eftersom dimensionering av uppvärmnings- och ventilationsanläggningar är direkt beroende av byggnadens nettovärme- och kylbehov är det nödvändigt att redan under systemhandlingskedet fastställa tänkbara systemlösningar för elanläggningar. Uppgifter om elanläggningarnas drift under förväntade klimatförhållanden och krav på energihushållning m.m. bör föreligga och utgöra en viktig del av de datorprogram med vars hjälp beräkning av netto värme- och kylbehov kan ske.

Det innebär att beräkningsprocedurer vilka används i existerande datorprogram för beräkning av värme- och kylbehov bör närmare överses i syfte att fastställa behov av kompletteringar speciellt avseende planering av elanläggningar från energihushållningssynpunkt.

Vidare bör tilläggas att omfattande datorprogram för beräkning av värme- och kylbehov av den typ som har utvecklats av Svenska Fläktfabriken, Institutionen för Uppvärmnings- och Ventilationsteknik, KTH m.fl. är avsedda i första hand för klimatforskning och ej för analys av energiekonomi i samband med aktuella projekt där ansvar för projektering av energianläggningar ligger hos konsultföretagen.

De flesta konsultföretag saknar materiella och personella resurser för användning av ovannämnda omfattande datorprogram. Med hänsyn till tidsbrist under projekteringen krävs att utredningar om val av uppvärmnings- och ventilationssystem utförs genom förenklade beräkningsmetoder.

Behov av enkla och pålitliga metoder för beräkning av byggnaders netto effekt- och energibehov föreligger. Dessa metoder kan baseras på klassifikation av olika byggnaders typ av isolering, fasadytor, fönster, system för uppvärmning m.m. Effekt- och energibehov för uppvärmning, ventilation och övriga klimatdata (inomhus och utomhus) kan utvecklas på ett sådant sätt att angivna uppgifter enligt den valda klassifikationen av olika typer av byggnader (vilka avser vissa givna förutsättningar) lätt kan korrigeras för andra förhållanden.

Metoder för beräkning av värme- och kylbehov bör anpassas efter den normalt förekommande projekteringsgången. Detta kan ske enligt följande:

- Utveckling av enkla metoder för preliminära beräkningar i syftet att fastställa val av byggnadskonstruktion, typ av uppvärmnings- och ventilations-system respektive elabonnemang (hög- eller lågspänning respektive val av eltaxa).
- Utveckling av existerande program för noggrannare beräkningar med hänsyn till planering av elanläggningar m.m. från energihushållningssynpunkt och anpassning av data till program för dimensionering av anläggningar.
- Utveckling av datorprogram för beräkning av värme- och kylbehov med hänsyn till valda styr- och regler-system (gäller både nya och befintliga anläggningar).

Beräkningsprocedurer för dimensionering av både VVS- och elanläggningar måste anpassas till dels en konventionell ventilations- och kylanläggning som tillgodoser behov av uppvärmning, kylning och ventilation, dels en värmepumpanläggning för samma ändamål. I beräkningen för dimensioneringsändamål måste hänsyn tas till anläggningarnas drift i enlighet med valda styr- och övervakningssystem.

Normalt används mycket enkla och ingenjörsmässiga metoder för dimensionering av uppvärmnings- och ventilationsanläggningar. Det beror av det enkla faktum att val av lämpliga utrustningar (storlek, typ m.m.) anpassas efter standardkomponenter och utrustningar.

Beräkning av byggnadens netto värme- och kylbehov bör ske med hänsyn till antal påtänkta zoner. På samma sätt bör anläggningarnas dimensionering och simulering av drift ske separat för varje zon. Det innebär att både beräkning av värme- och kylbehov och dimensionering av anläggningar bör ske samtidigt och med hjälp av ett integrerat datorprogram.

Eftersom konstruktion och dimensionering av elanläggningar direkt påverkas av val av uppvärmnings- och ventilationssystem föreligger behov av utveckling av metoder och datorprogram för dimensionering av elanläggningar i anslutning till dimensionering av uppvärmnings- och ventilationsanläggningar. Dessa program bör integreras med ovannämnda datorprogram för dimensionering av uppvärmnings- och ventilationsanläggningar.

Elanläggningar vars dimensionering påverkas av utformning av uppvärmnings- och ventilationsanläggningar omfattar bl.a. följande:

- Elinstallationer för oljepannor, värmecentraler, fläkt- och pumphotorer m.m.
- Utrustningar för varvtalsreglering.
- Huvudledning, centraler, transformator- och ställverksanläggningar.
- Styr- och övervakningssystem.
- Installationer för elvärmeanläggningar (elpanna, direktverkande radiatorer, ackumulerande system, värmepump, ventilerande vattenkylda ljusarmaturer.)
- Installationer för elluftvärmare, elbatterier i ventilationskanaler m.m.

Eftersom anläggnings- och driftkostnader för elanläggningar kommer att variera beroende av typ av systemlösning för uppvärmning och ventilation, är det önskvärt att metoder och datorprogram för dimensionering av elanläggningarna för konventionella VVS- och elvärmeanläggningar utvecklas.

För dimensionering av konventionella VVS-anläggningar existerar redan i Sverige ett antal datorprogram. Dessa program finns delvis med i sammanställningar bilaga 3. Däremot saknas program vilka möjliggör automatiserad generering av olika alternativa systemlösningar och dessas anpassning till lämpliga byggnadszoner från uppvärmnings- och ventilationssynpunkt.

Efter det att lämpliga systemlösningar har valts och anläggningarna dimensionerats erfordras metoder och datorprogram för simulering av drift. Under detta skede måste respektive anläggningsdel representeras av aktuella komponentstorlekar (märkeffekter m.m.). Utgående från valda klimatdata och fastställda rutiner för styrning och reglering analyseras anläggningarnas funktion för att tillgodose behov av uppvärmning, kylning och ventilation. För närvarande existerar inga datorprogram i Sverige för att utföra dessa beräkningar.

Vid simuleringar bör förutom beräkning av energi-, effekt- och anläggningskostnader även anläggningsdrift utvärderas från underhålls-, reparations-, tillförlitlighets- och energihushållningssynpunkt. Denna utvärdering bör lämpligen ske med hjälp av datorprogram utvecklade för att tillgodose följande behov:

- Representation av systemkonfiguration och styr- och övervakningssystem.
- Simulering av anläggningens funktion med hänsyn till ställda krav och restriktioner.
- Beräkning av förväntad energiförbrukning, effektuttag och övriga belastningsegenskaper för normala och extrema förhållanden.
- Beräkning av energihushållningsmöjligheter.
- Beräkning av energikostnader (elkraft- och bränslekostnader).
- Uppskattning av underhålls- och reparationskostnader.
- Utvärdering av tillförlitlighet.
- Analys av total energiekonomi från konsumentens, kraftföretagets och landets synpunkt.
- Behandling av osäkerhet i framtida utveckling.

Integrerade datorprogram av den art som skisseras ovan existerar ej för närvarande i Sverige. Med hänsyn till de krav som ställs på energihushållning i såväl befintliga som nya byggnader är det särskilt önskvärt med utvidgade FoU-insatser inom detta ämnesområde. Programutvecklingen bör ske enligt följande mönster:

- Utveckling av förenklade manuella beräkningsprocedurer för jämförelse av drift av olika typer av energianläggningar.
- Analys av befintliga program och kompletterande metod- och programutveckling enligt ett välutvalt modulsystem omfattande ett större antal mindre program.
- Integrering av enskilda program.

Möjligen kan liknande datorprogram från utlandet hyras eller köpas samt anpassas till svenska förhållanden. FoU-arbete inom detta ämnesområde kräver ett närmare samarbete mellan forskare inom el-, VVS- och byggnadsteknik.

Med hänsyn till lämplig projekteringsmetodik kan emellertid metod- och programutveckling uppdelas så att skilda program utvecklas för projektering av el- och VVS-anläggningar. Dessa program kan vid ett senare skede integreras för att uppnå total energianalys.

Flera av de metoder och datorprogram vilka behöver utvecklas för projektering av elanläggningar från energihushållningssynpunkt kommer att underlätta ekonomisk dimensionering av konventionella elanläggningar i byggnader. Genom förbättrade metoder för projektering och dimensionering av normala elinstallationer kan betydliga ekonomiska vinster göras.

Behov av hjälpmedel för manuella- respektive datorberäkningar vid dimensionering och projektering av uppvärmnings- och ventilationsanläggningar inklusive styr- och reglersystem framgår av tabell 4.4.

TAB 4.4: Behov av metod- och datorprogramutveckling för projektering av uppvärmnings- och ventilationsanläggningar

Löpnr	Beräkningsart	Behov av hjälpmedel		Indata	Utdata
		Manuella beräkn	Datorberäkn		
1.	Automatisk generering av alternativa byggnadskonstruktioner	-	X	- Typ av byggnad	- Alternativa byggnadskonstruktioner
2.	Beräkning av värme- och kylbehov (Förenklad beräkningsmetod)	X	X	- Typ av byggnad - Typ av byggnadskonstruktion - Dimensionerande klimatförhållanden - Typ av ventilations-system	- Värme- och kylbehov
3.	Automatisk generering av alternativa systemlösningar för uppvärmning och ventilation	X	X	- Typ av byggnad	- Alternativa systemlösningar
4.	Beräkning av effekt- och energibehov (Förenklad beräkningsmetod)	X	X	- Typ av byggnad - Typ av uppv. och vent. system - Typ av byggnadskonstruktion - Typ av el-anläggningar	- Årlig sammanlagrad maximal-effekt

Anm. Se även nr 1 och 2 i tabell 4.1, nr 1 och 2 i tabell 4.2, nr 3 i tabell 4.3.

TAB 4.4: Behov av metod- och datorprogramutveckling för projektering av uppvärmnings- och ventilationsanläggningar

Löpnr	Beräkningsart	Behov av hjälpmedel		Indata	Utdata
		Manuella beräkn	Datorberäkn		
5.	Dimensionering av anläggningar - Konventionella VVS-anläggningar - Elvärmeanläggningar (Förenklad beräkningsmetod)	X	X	- Typ av anläggning - Dimensionerande effekt- och energibehov	- Anläggningsstorlek
6.	Anläggningsprojektering - Konventionella VVS-anläggningar - Elvärmeanläggningar	X	X	- Typ av anläggning - Dimensionerande effekt- och energibehov	- Mängdspecifikation - Lay-out
7.	Dimensionering och utformning av styr- och regler-system			Se tabell 4.6	
8.	Kostnadsberäkning - Konventionella VVS-anläggningar - Elvärmeanläggningar	X	X	- Mängdspecifikation - å-priser	- Kostnader

TAB 4.4: Behov av metod- och datorprogramutveckling för pro-
fortsättn. jektering av uppvärmnings- och ventilationsanläggningar

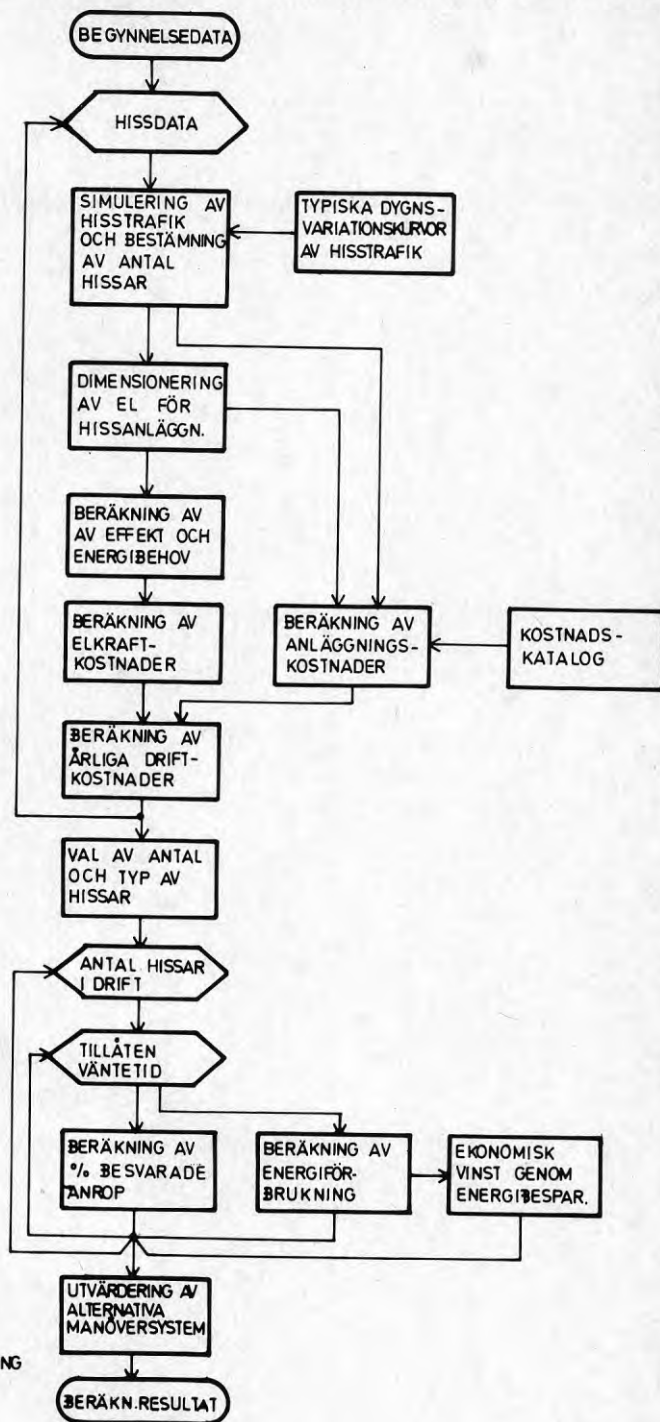
Löpnr	Beräkningsart	Behov av hjälp- medel		Indata	Utdata
		Manuella beräkn	Dator- beräkn		
9.	Databas för belastnings- underlag	X	X	- Typ av byggnad - Typ av system för upp- värmning och venti- lation samt elanläggning. - Typ av bygg- nadskonstruk- tion	- Värme- och kylbehov - Effekt- och energi- behov
10.	Kostnadskatalog - Konventionel- la VVS-anlägg- ningar - Elvärmeanlägg- ningar	X	X	- Typ av ut- rustning och anlägg- ning	- Å-priser - Enhets- priser - Priser per m ² - Priser per anläggning

4.4 Hiss och transportanläggningar

Flödesschema för utveckling av ett integrerat programpaket för dimensionering av hissanläggningar framgår av fig. 4.6. Dimensionerande data för hissanläggningar omfattar antal personer i byggnaden, verksamhetsart och drifttider, våningshöjder, acceptabel väntetid och procentuellt besvarade anrop. För bestämning av erforderligt antal hissar väljs alternativa hisstyper, korgstorlekar och hisshastigheter. Med hänsyn till dimensionerande data bestäms erforderligt antal hissar av varje typ. Därefter dimensioneras elanläggning (huvudledningar, hissmaskinrummets lay-out m.m.) för respektive alternativ och effekt- och energiförbrukning av varje hissanläggning beräknas genom att jämföra totala driftskostnader (årliga anläggningskostnader och elkraftskostnader). För respektive systemlösning fastställs den mest ekonomiska korgstorleken, hisstypen och hastigheten.

Hissanläggningens effekt- och energiförbrukning kan delvis reduceras genom avstängning av vissa hissar under lågtrafikperioder. För att fastställa lönsamheten (d.v.s. ekonomiska vinster och energibesparing) vid energisnål drift av hissanläggningar genom periodisk avstängning av utsedda hissar, beräknas procentuellt besvarade anrop och energiförbrukning för varierande väntetider.

Behov av metod- och datorprogramutveckling för projektering av hissanläggningar framgår av tabell 4.5.



FIGUR 4.6
FLÖDESSHEMA FÖR
UTVECKLING AV ETT
INTEGRERAT PROGRAM-
PAKET FÖR DIMENSIONERING
AV HISSANLÄGGNINGAR

TAB 4.5: Behov av metod- och datorprogramutveckling för projektering av hissanläggningar

Löpnr	Beräkningsart	Behov av hjälpmedel		Indata	Utdata
		Manuella beräkn	Datorberäkn		
1.	Kapacitetsberäkningar och bestämning av antal och typ av hissar	X	X	<ul style="list-style-type: none"> - Verksamhetsart - Antal personer - Våningshöjd - Typiska dygnsvariationskurvor av hisstrafik - Hisldata 	<ul style="list-style-type: none"> - Antal och typ av hissar - Dygnsvariation av hisstrafik
2.	Dimensionering av el för hissanläggning	X	X	<ul style="list-style-type: none"> - Hisstorlek - Antal hissar 	<ul style="list-style-type: none"> - Kabeltyp för huvudledning - Hissmaskinrummets layout och utrymmesbehov
3.	Beräkning av effekt- och energibehov	X	X	<ul style="list-style-type: none"> - Installerad effekt - Typisk dygnsvariation av hisstrafik 	<ul style="list-style-type: none"> - Maximalt effektuttag - Årlig energiförbrukning
4.	Beräkning av % besvarade anrop och energiförbrukning	X	X	<ul style="list-style-type: none"> - Antal och typ av hiss - Givna väntetider - Hisldata 	<ul style="list-style-type: none"> - % besvarade anrop - Energiförbrukning
5.	Kostnadsberäkning - Hissmaskineri - El för hissanläggning	X	X	<ul style="list-style-type: none"> - Mängdspecifikation - Å-priser 	<ul style="list-style-type: none"> - Kostnader

TAB 4.5: Behov av metod- och datorprogramutveckling för projektering av hissanläggningar

Löpnr	Beräkningsart	Behov av hjälpmedel		Indata	Utdata
		Manuella beräkn	Datorberäkn		
6.	Databas för belastningsunderlag och uppgifter om typiska dygnsvariationskurvor av hisstrafik	X	X	- Verksamhetsart - Typ av byggnad - Typ av hiss	- Belastningsunderlag - Underlag om hisstrafik
7.	Kostnadskatalog	X	X	- Komponenttyp - Typ av utrustningar - Typ av anläggning	- à-priser - Enhetspriser - Pris/m ² - Pris per anläggning

4.5 Styr- och övervakningssystem

Ett integrerat system för styrning och övervakning av olika anläggningar i en byggnad kan utvecklas antingen med hjälp av elektroniska regulatorer eller en central-placerad minidator. Sådana system är emellertid ekonomiskt motiverbara enbart i stora byggnader eller där krav på anläggningarnas funktion är mycket höga. I de flesta byggnader förekommer oftast ett separat system för varje anläggning men en centralutrustning för tidsstyrning av drift.

För varje typ av anläggning (belysning, uppvärmning, ventilation) kan styr- och övervakningssystemet utformas på olika sätt. För att fastställa det optimala styr-systemet (se fig. 4.5) skisseras i första hand alternativa systemlösningar. Anläggningsdrift simuleras för att beräkna effekt- och energiförbrukning. Årliga anläggnings-, bränsle- respektive elkraftkostnader beräknas och för att välja det mest ekonomiska alternativet.

Behov av metod- och datorprogramutveckling för styr- och reglersystem framgår av tabell 4.6.

TAB 4.6: Behov av metod- och datorprogramutveckling för projektering av styr- och övervakningssystem

Löpnr	Beräkningsart	Behov av hjälpmedel		Indata	Utdata
		Manuella beräkn	Datorberäkn		
1.	Automatisk generering av styr- och reglersystem för: - Kraftförsörjning - Belysning - Uppvärmning och ventilation - Konventionella VVS-anläggningar	-	X	- Anläggnings- typ - Systemkon- figuration - Verksamhets- art och drifttider	- Tänkbara systemlös- ningar
2.	Dimensionering och utformning av styr- och reglersystem (anläggningar enligt nr 1 ovan)	X	X	- Anläggnings- typ - Typ av styr- och regler- system - Systemkon- figuration	- Mängdspe- cifikation - Lay-out
3.	Simulering av anläggningsdrift (anläggningar enligt nr 1 ovan)	X	X	- Anlägg- ningstyp - Systemkon- figuration - Typ av styr- och regler- system	- Effekt- och energiför- brukning - Tillförlit- lighet - Rumstempe- ratur osv
4.	Kostnadsberäkning av styr- och reglersystem (anläggningar enligt nr 1 ovan)	X	X	- Mängdspeci- fikation - å-priser	- Kostnader
5.	Databas för uppgifter om olika typer av styr- och reglersystem	X	X	- Anläggnings- typ - Verksamhets- art - Drifttider	- Specifica- tioner och prestanda av utrust- ningar och system

TAB 4.6: Behov av metod- och datorprogramutveckling för projekterings- och övervakningssystem

Löpnr	Beräkningsart	Behov av hjälpmedel		Indata	Utdata
		Manuella beräkn	Datorberäkn		
6.	Kostnadskatalog	X	X	- Komponenttyp - Anläggningstyp	- à-priser - Enhetspriser - Priser per m ² - Priser per anläggning

4.6 Övriga installationer

Behov av metod- och datorprogramutveckling för projektering av övriga installationer (d v s allmän och speciell kraft resp. kraft till VVS-anläggningar) framgår av tabell 4.7

TAB 4.7: Behov av metod- och datorprogramutveckling för projektering av övriga elinstallationer.

Löpnr	Beräkningsart	Behov av hjälpmedel		Indata	Utdata
		Manuella beräkn	Datorberäkn		
1.	Beräkning av effekt- och energibehov av - Allmän kraft - Speciell kraft - Kraft till VVS-anläggningar	X	X	- Belastningsart - Installerad effekt - Systemkonfiguration	- Max uttagen effekt - Årlig energiförbrukning
2.	Optimal dimensionering av motorer, ledningar, startutrustningar för anläggningar enligt nr 1 ovan	X	X	- Typ av belastningsobjekt - Dimensionerande utgångsdata	- Mängdspecifikation - Märkeffekt, storlek m.m.
3.	Val av styr- och reglersystem för optimal drift	X	X	- Systemkonfiguration - Typ av anläggning - Verksamhetsart - Drifttider	- Systemspecifikation - Lay-out
4.	Kostnadsberäkning	X	X	- Mängdspecifikation - Å-priser	- Kostnader
5.	Databas för belastningsunderlag	X	X	- Belastningsart	- Belastningsunderlag
6	Kostnadskatalog	X	X	- Komponenttyp - Typ av utrustning - Typ av anläggning	- Å-priser - Enhetspriser - Priser/m ² - Priser per anläggning

4.7 Kostnadskalkylering

Grundläggande för allt projekteringsarbete är utveckling av lämpliga metoder för kostnadskalkylering. Kostnadsberäkningar sker normalt under samtliga projekteringskedan och uppfyller bl.a. följande funktioner:

Fastställande av kostnadsram för projektet.

Kostnadsbevakning under olika projekteringskedan.

Val av ekonomiska lösningar för planering och drift.

Uppbyggnad av statistik för anläggningskostnader är beroende av de handlingars allmänna redovisning och detaljeringsgrad som ligger till grund för kostnadsberäkningar.

Eftersom kostnadskalkylering är ett ofta återkommande arbete har olika elföretag (fabrikanter, konsulter, elinstallatörer) utvecklat egna system för kostnadsberäkning. Kostnadsstatistik bearbetas och systematiseras enligt behov. För projekteringsarbetet kan denna "statistik" representeras av en kostnadspyramid (se fig. 4.7).

Utveckling av ett system för kostnadskalkyler omfattande uppbyggnad och uppdatering av kostnadsstatistik är ett tidskrävande och kostsamt arbete. För närvarande har ett begränsat antal företag egna välutvecklade system för kostnadsberäkningar. Datorbaserade kostnadsberäkningar är för närvarande av ringa omfattning inom elinstallations- och elkonsultbranschen.

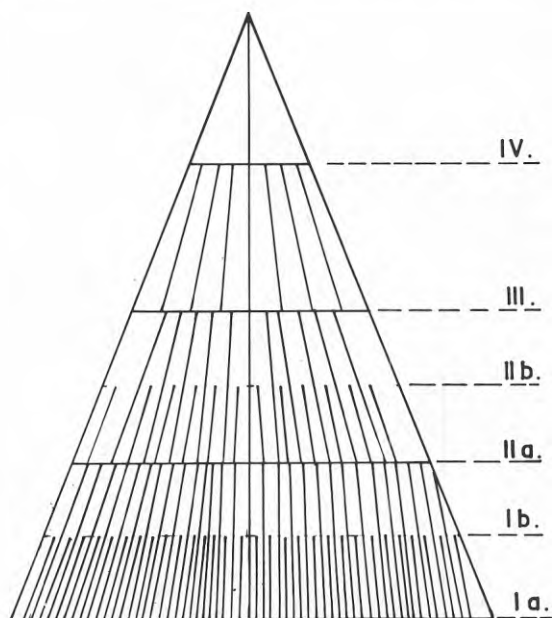


FIG. 4.7 Uppbyggnad av statistik för elanläggningskostnader. (Förklaringstext se nästa sida).

- Ia. Denna del består av enhetsspecifikationer på materiel och arbete kodifierade och rubricerade enligt EL AMA 72. Här är materielen E-nummerkodifierad och nettoprissatt enligt elgrossisternas nettoprislistor. Dessa priser hålls aktuella vid prisändringar antingen genom att man omräknar dem med en tidsenlig koefficient. Arbetskostnaden är nettoprissatt enligt installationslistan 72.
- Ib. Här har enheterna i del Ia sammanställts till mindre ofta förekommande s.k. paket, kodifierade och rubricerade enligt EL AMA 72, t.ex. säkerhetsbrytare, kontaktorer, reläer, kopplingsur o.d. Paketens nettopriser inkluderar all småmateriel och alla arbetsmoment till driftfärdigt skick.
- IIa. I denna del av kostnadspyramiden sammanställs större s.k. paket kodifierade och rubricerade enligt EL AMA 72 med uppgifter hämtade ur delar Ia och Ib, t.ex. centraler, apparatskåp, stolpbelysning o.d. enligt samma metod som i del Ib.
- IIb. Här införs större s.k. paket där materielen är offererad av fabrikant eller grossist. I övrigt används metoden enligt del IIa, t.ex. ställverk, större centraler och apparatskåp, teleanläggningar o.d.
- III. I denna del införs nettopriser på typrumsenheter samlade från fullbordade projekt, t.ex. kök, vardagsrum, laboratorierum, klassrum, korridorer o.d.
- IV. Denna del reserveras för erfarenhetsmässiga kvadrat- och kubikmeterpriser från färdiga anläggningar av olika typ, t.ex. bostadshus, skolor, sjukhus, förvaltningsbyggnader o.d.

För optimal anläggningsplanering krävs att såväl manuella som automatiserade (datorbaserade) system för kostnadskalkylering utvecklas. Dessa system bör utvecklas med målsättningen att både anläggningsdimensionering och kostnadsberäkning kan ske samtidigt. Utgående från uppgifter om byggnadsutformning (ytor, volym m.m.) och krav på anläggningarnas prestanda och funktion kan mängdberäkning av i anläggningen ingående komponenter och materiel beräknas. Dessa beräkningar kan ske med hjälp av de program för anläggningsdimensionering som specificerats i föregående avsnitt.

Förutom dessa datorprogram utvecklas en datorbaserad katalog omfattande å-priser för material och arbete. Särskilda subrutiner kan utvecklas för snabb beräkning av enhetspriser. Uppbyggnad och omfattning av kostnadskatalogen är beroende av önskad noggrannhet och detaljeringsgrad vid beräkningar. Exempelvis kan val av ingångsdata såsom materielpriser för olika fabrikanter, procentuella kostnadspålägg m.m. ske på en mängd olika sätt och därigenom påverka kostnadskatalogens slutgiltiga utförande.

Utvecklingsarbete bör ske i två steg. I första skedet bör manuella beräkningsrutiner utvecklas, systematiseras, och prövas för att insamla erfarenhet från praktisk användning. Därefter kan dessa manuella rutiner överföras till en datorbaserad kostnadskatalog. Uppbyggnad av en sådan katalog behöver i hög grad anpassas till den normala projekteringsgången och byggherrens krav på kostnadsredovisning och kostnadsövervakning. FoU-behov inom detta ämnesområde kan sammanfattas enligt tabell 4.8.

TAB 4.8 Behov av metod- och datorprogramutveckling för uppbyggnad av en kostnadskatalog

Löpnr	FoU-behov
1.	Precisering av krav på utveckling av manuella och datorbaserade beräkningsprocedurer för kostnadskalkylering.
2.	Utveckling av metoder och program för anläggningsdimensionering och mängdberäkning under olika projekteringssteden.
3.	Uppbyggnad av statistik för kostnadsredovisning och kostnadsövervakning.
4.	Utveckling av metoder och program för kostnadsberäkning
5.	Utveckling av metoder och program för uppdatering av kostnadskataloger

Utveckling av beräkningsprocedurer och kostnadsstatistik för kostnadsberäkningar (såväl manuella som automatiserade) är av intresse för elfabrikanter, elinstallations- och elkonsultföretag samt byggherrar och bör ske i nära samråd mellan dessa intressenter.

4.8 Elförbrukningskalkyler

För bestämning av ekonomiskt motiverbara energihushållningsåtgärder i såväl nya som befintliga anläggningar är det nödvändigt att ha en god kännedom om anläggningarnas prestanda vad beträffar årlig energiförbrukning, maximalt effektuttag och driftsäkerhet m.m. under olika förutsättningar såsom varierande klimatförhållanden och valda styr- och reglerförlopp. Utvärdering av dessa data (s.k. elförbrukningskalkyl) kan ske antingen genom mätverksamhet under verklig drift eller simulering av de ingående anläggningsdelarnas funktioner med hänsyn till ställda krav och restriktioner med hjälp av manuella beräkningsprocedurer eller datorprogram (s.k. simuleringsprogram).

Typ och omfattning av beräkningsmetoder vilka ligger som grund för driftsimulering är till en stor del beroende av den önskade noggrannheten vid energianalyser. Val av lämplig simuleringsmodell styrs oftast av tillgängliga data och regler som tillämpas för anläggningsdimensionering. Med hänsyn till dessa faktorer föreligger behov av både förenklade och avancerade beräkningsmetoder för utvärdering av anläggningarnas drift.

Förenklade beräkningsmetoder kan exempelvis komma till användning i sådana fall där anläggningens årliga energiförbrukning och maximala effektuttag skall beräknas med hjälp av uppgifter om installerade effekter. Enkla regressionsmodeller mellan vädervariabler och energiförbrukning respektive effektuttag kan utvecklas för dessa beräkningar. Beräkningsresultat med hjälp av dessa metoder utgör i många fall en grov approximation av verkliga driftförhållanden. För flera tillämpningar är emellertid en sådan approximation fullt tillräcklig exempelvis under systemhandlingssskedet då en av flera tänkbara systemlösningar skall väljas utan omfattande analyser och på basis av bristfälliga utgångsdata.

Vid utformning av lämpligt styr- och reglersystem eller injustering av befintliga anläggningar är det nödvändigt att kunna analysera anläggningarnas funktioner så noggrant som möjligt (exv. med hjälp av en matematisk modell) och i detalj studera inverkan av olika energihushållningsåtgärder på energiförbrukning och elleffektuttag. Dessa analyser utföres oftast timme för timme för en eller flera årsserier av klimatvariabler. Eftersom anläggningarnas omfattning i större byggnader är relativt stor blir beräkningsarbetet mycket komplicerat och får oftast utföras med hjälp av datorprogram.

Utveckling av såväl enkla som avancerade metoder för utförande av elförbrukningskalkyler är av stor vikt för bedömning av lämpliga energihushållningsåtgärder vid projektering av elenergianläggningar i byggnader.

Utvecklingsarbetet bör även här ske i två steg d.v.s. att i ett första steg manuella beräkningsmetoder utvecklas, systematiseras och prövas. Därefter kan mer avancerade metoder med hjälp av datorprogram utvecklas. F.n. pågår ett arbete av Zahir Fikri och Gunnar Käll som bl.a. avser presentera anvisningar för manuella beräkningar av elförbrukning inom byggnader. Arbetet kommer under 1977 redovisas i en byggnadsforskningsrapport.

Under 1976 redovisades i en doktorsavhandling (Fikri, 1975) vid Tekniska Högskolan i Stockholm en metod för beräkning av belastningarnas specifika storheter såsom maximal-effekt, utnyttningstider, dygnsvariationskurvor, sammanlagring resp. överlagring. Denna metod bygger på sammanlagring 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 el-distributionssystem. För närmare beskrivning av metoden hänvisas till nämnda avhandling.

Genom att analysera olika typer av belastningars statistiska fördelningar och insamling av uppgifter om förekommande empiriska konstanter kan metoden vidareutvecklas och användas för upprättande av elförbrukningskalkyler och beräkning av belastningarnas specifika storheter. Utvecklingslinjer redovisas schematiskt i fig. 4.8.

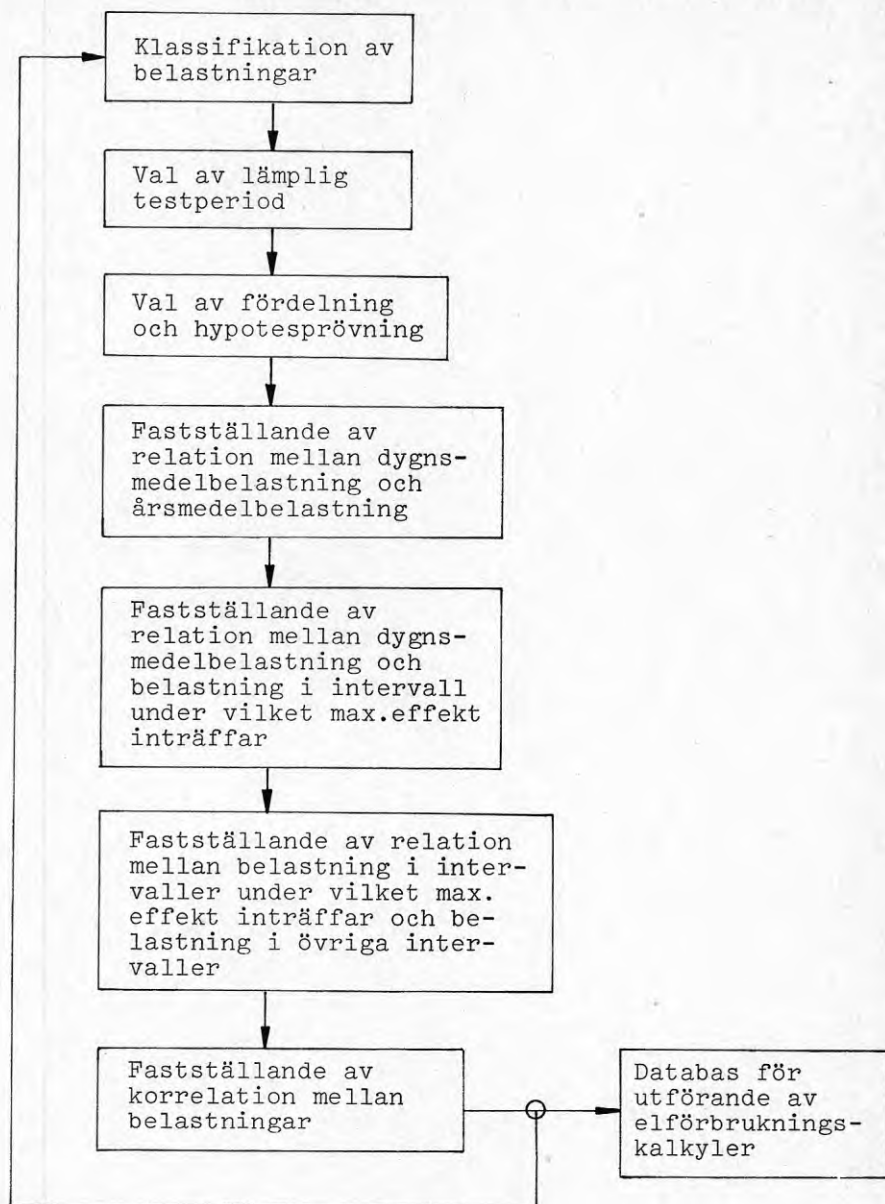


FIG. 4.8. Behov av vidare utveckling av metoden för utförande av elförbrukningskalkyler.

4.9 Övrigt

Förutom ovannämnda datorprogram för anläggningsdimensionering och kostnadsberäkning föreligger behov av utveckling av ett antal andra program exempelvis för analys av energihushållning i byggnader från kraftföretagens resp. landets synpunkter, behandling av osäkerhet i framtida utveckling m.m. Dessutom krävs utveckling av databaser för resultat från utförda belastningsmätningar och övriga underlag som kommer till användning under projekteringsarbetet. Erfarenhetsåterföring från anläggningar i drift behöver systematiseras.

För att effektivisera projekteringsarbetet behöver större tyngd läggas på analys av projekteringsmetodik och systematisering av informationsflödet mellan olika konsulter och byggherrar. Utarbetande av projekteringshandlingar såsom ritningar, apparatlistor, specifikationer och tekniska beskrivningar under olika projekteringsskeden kan också till en stor del automatiseras. Automatisering av denna typ förekommer redan inom en del branscher, bl.a. i byggnadsföretag.

Tidsplanering för projekterings- och installationsarbeten kan också ske med hjälp av datorbaserade rutiner. Vissa datorprogram för detta ändamål existerar redan och kan anpassas till projektering av elanläggningar i byggnader.

Behov av metod- och datorprogramutveckling för ovannämnda behov finns specificerade i tabell 4.9.

TAB 4.9: Behov av metod- och datorprogramutveckling för övriga ändamål

Löpnr	Beräkningsart	Behov av metod- utveckling		Indata	Utdata
		Manuella beräkn	Dator- beräkn		
1.	Inverkan av hushållnings-åtgärder i byggnader på: - Kraftsystem - Rikets energibalans	X	X	- Belastningsart - Statistisk fördelning	- Överlagrad effekt i distributionsnät, mottagningsstation resp kraftverk - Marginell anläggningskostnad - Effekt och energiförbrukning i primära energikällor
2.	Databas för resultat från belastningsmätningar	X	X	- Belastningsart - Mätvärden	- Belastningsunderlag
3.	Erfarenhetsdatabank	X	X	- Typ av anläggning	- Drifterfarenheter
4.	Automatiskt utarbetande av: - ritningar - apparatlistor - specifikationer - tekniska beskrivningar	-	X	- Typ av anläggning m.m.	- Färdig handling

TAB 4.9: Behov av metod- och datorprogramutveckling för
forts övriga ändamål

Löpnr	Beräkningsart	Behov av metod- utveckling		Indata	Utdata
		Manuella beräkn	Dator- beräkn		
5.	Tidsplanering och bevakning av utfört arbete	X	X	- Typ av an- läggningar och byggnad- er m.m.	- Tidplan
6.	Kostnadsupp- följning	X	X	- Typ av an- läggning och byggnad m.m. - Tidplan	- Ekonomisk utvärde- ring av projekt- kostnader

5 FoU-BEHOV

5.1 Forskningsområden

De FoU-insatser som har redovisats i föregående kapitel, har delats in i olika aktivitetsområden enligt följande:

- A. Allmänna studier
- B. Komponentutveckling
- C. Systemtillämpning
- D. Hjälpmedel för projektering
- E. Metod- och datorprogramutveckling
- F. Uppföljning
- G. Internationellt samarbete

En del aktivitetsområden uppdelas vidare med hänsyn till anläggningsart enligt följande:

- 1. Allmänt
- 2. Kraftförsörjning
- 3. Belysning
- 4. Uppvärmning och ventilation
- 5. Hiss- och transportanläggningar
- 6. Styr- och reglersystem
- 7. Övriga installationer

En översiktlig sammanställning över specifika forskningsområden inom vart och ett av ovannämnda aktivitetsområden har gjorts och framgår av efterföljande tabell 5.1.

Problemområden vilka avser generell projekteringsmetodik, förberedande arbeten eller icke anläggningsorienterade problem hänförs till aktivitetsområdet "allmänna studier". Eftersom ansvar för komponentutveckling inom elteknik främst ligger hos den elektrotekniska industrin har FoU-behov av denna typ sammanställts separat. Med "systemtillämpningar" avses här utredningar om principiell uppbyggnad av och erfarenheter från drift av olika system. Enkla "hjälpmedel för projektering" resp. "metod- och datorprogramutveckling" behandlas var för sig för att markera att betydande vinster kan göras genom förenklade beräkningsmetoder, mallar, anvisningar, checklistor m.m.

Behov av åtgärder för utnyttjning av resultat från forsknings- och utvecklingsverksamhet redovisas under aktivitetsområdet "uppföljning". Egna forsknings- och utvecklingsinsatser kan till en viss del begränsas genom aktivt "internationellt samarbete".

Ett flertal av angivna forskningsområden enligt tabellen kräver aktivt tvärvetenskapligt samarbete vilket kan åstadkommas antingen genom forskningsgrupper med forskare från olika ämnesområden eller genom koordinerad forskning i form av mindre forskningsprojekt.

Ett stort antal av angivna forskningsområden är av den typ att erhållna resultat kan komma till användning även vid projektering av konventionella el-, värme- och ventilationsanläggningar. Detta gäller framförallt FoU inom ämnesområden "hjälpmedel för projektering" och "metod- och datorprogramutveckling".

Ett urval av pågående FoU inom ämnesområdet energimätningar och metodutveckling redovisas i bilaga 4.

5.2 Prioritering och kostnadsram

För att bibehålla större handlingsfrihet och flexibilitet inom anslagsbeviljande forskningsinstitutioner har det ansetts lämpligt att inte ge individuell prioritet till specifika forskningsområden, enligt tabell. Prioritering inom respektive aktivitetsområde bör emellertid fastställas för att utarbeta en rimlig kostnadsram för forskning och utveckling.

Följande prioritet föreslås för olika aktivitetsområden.

- Prioritet 1 = Allmänna studier (speciellt litteraturstudier.)
- 2 = Hjälpmiddel för projektering (checklistor mallar och anvisningar)
- 3 = Systemtillämpning (pilotprojekt, energimätningar m.m.)
- 4 = Internationellt samarbete (speciellt studieresor m.m.)
- 5 = Metod- och datorprogramutveckling
- 6 = Uppföljning
- 7 = Komponentutveckling

En mer detaljerad prioriteringslista kan upprättas enbart efter det att enskilda forskningsområden har ingående analyserats och kostnadsberäknats. För detta arbete fordras omfattande litteraturstudier och studieresor i Sverige och utomlands.

Forskning och utveckling inom ämnesområdet elenergi-anläggningar har hittills varit av ringa omfattning trots att elanläggningarna ur kostnadssynpunkt utgör en betydande del av den totala byggnadskostnaden. Ett viktigt undantag är styr- och reglersystem som utgör en mycket blygsam del av den totala byggkostnaden men har en mycket viktig uppgift att uppfylla när det gäller byggnadens funktion och driftekonomi. Hänsyn bör tagas till dessa aspekter vid fastställande av en kostnadsram för forskning och utveckling inom ämnesområdet "projektering av elanläggningar från energihushållningssynpunkt".

En lämplig kostnadsram kan fastställas genom att antaga att det finansieras dels ett antal långtidsprojekt (omfattande 2-4 år) dels ett antal korttidsprojekt (1/2-1 år). Finansiering av tänkbara FoU-projekt per år bör relateras till tillgängliga personella resurser inom ämnesområdet.

TAB. 5.1 Specifika problemområden för forskning och utveckling inom ämnesområdet projektering av elanläggningar från energihushållningssynpunkt

Aktivitetsområde	Specifika forskningsområden
A. ALLMÄNNA STUDIER	<ul style="list-style-type: none"> - Litteraturstudier - Inventering av existerande elanläggningar av speciell betydelse. - Inventering av befintliga belastnings- och väderdata. - Kartläggning av befintlig elinstallations teknik. - Översyn av finansieringsmöjligheter och stimulansåtgärder för energihushållning i elenergianläggningar. - Kartläggning av behov av statsbidrag till den elektrotekniska industrin för utveckling av energibesparande elutrustningar - Kontrollant- och besiktningsfunktionen inom byggsektorn. Formulering av kontrollantens arbetsområde, ansvar, befogenheter och utbildningsbehov ställda i relation till existerande regler för besiktning. - Förhållande byggherre-brukare, konflikthanledningar och samband mellan byggherre och konsumentintressen. - Informationsflöde och samordning mellan olika projektörer. - Anbudsförfarande för garanterad energiåtgång. Utarbetande av mall för anbud där lämpliga former av garantier för energiåtgången medtages. - Direkt eller indirekt inverkan av byggbranschens industrialisering på landets energiförbrukning och samhällsplaneringens struktur.

TAB. 5.1 Forts.

Aktivitetsområde	Specifika forskningsområden
B. KOMPONENTUTVECKLING	
B1. Kraftförsörjning	<ul style="list-style-type: none"> - Förbättring av transformator-konstruktion med hänsyn till tomgångs- och belastningsförluster. - Förbättring av transformatorers överbelastningsförmåga genom ändringar i konstruktion, ventilation m.m.
B2. Belysning	<ul style="list-style-type: none"> - Utveckling av nya ljuskällor med högre verkningsgrad (lumen/watt) - Utveckling av armaturer med förbättrade ljus tekniska egenskaper.
B3. Uppvärmning och ventilation	<ul style="list-style-type: none"> - Utveckling av elvärmebatterier i lämpligt antal effektsteg för effektsnål drift. - Utveckling av utrustningar för långtidsackumulering. - Utveckling av lättskötta, billiga och driftsäkra instrument för övervakning av pannors verkningsgrad. - Behov av komponentutveckling inom ämnesområdet "värmepumptillämpning" redovisas utförligt i BFR document D8:1975 (Z. Fikri) - Förbättring av pumpars, fläktars och övriga VVS-utrustningars verkningsgrad.
B4. Hiss- och transportanläggningar	<ul style="list-style-type: none"> - Förbättring av hissmotorkonstruktion med avseende på effekt- och energibehov. - Utveckling av startutrustningar för begränsning av effektuttag genom att hindra samtidig start av samtliga hissar.

TAB. 5.1 forts.

Aktivitetsområde	Specifika forskningsområden
B5. Styr- och reglerutrustningar	<ul style="list-style-type: none"> - Utveckling av rundstyrningsutrustningar för begränsning av effektuttag. - Utveckling av strömbrytare som släcker belysningen automatiskt i tomma rum. - Utveckling av utrustningar för automatisk släckning av belysning i zoner med tillräckligt dagsljus. - Utveckling av utrustning för automatisk styrning av ytterbelysning. - Utveckling av mini- och mikrodatorer för styrning av klimatanläggningar. - Utveckling av elektroniska regulatorutrustningar för styrning och reglering av klimatanläggningar.
B6. Övriga installationer	<ul style="list-style-type: none"> - Utveckling av utrustningar för steglös varvtalsreglering av motorer. - Översyn av normer för tillåten belastning av motorer, kablar m.m. - Kritisk granskning och tekniskt funktionella studier av elapparater och utrustningar exempelvis <ul style="list-style-type: none"> - spis - kyl och frys

TAB. 5.1 forts.

Aktivitetsområde	Specifika forskningsområden
C. SYSTEMTILLÄMPNING	
C1. Kraftförsörjning	<ul style="list-style-type: none"> - Jämförelse av olika typer av transformatorer ur såväl ekonomisk som energihushållnings-synpunkt. - Jämförelse av ekonomisk drift av olika typer av parallella transformatorer. - Avbrottsvärdering för yttre kabelnät och transformator- och ställverksanläggningar i byggnader. - Utvärdering av faskompenserings inverkan på kraftförsörjnings-systemets överföringsförmåga, spänningsnivå och kostnader. - Kartläggning och utvärdering av system för effektutjämning. - Insamling av belastnings- och övriga underlag genom mätningar i befintliga byggnader. - Kartläggning av inverkan av olika energibesparingsåtgärder i kraftförsörjningsanläggningar. - Kollektiv eller individuell mätning av el- och värmeförbrukning. - Översyn av gällande energitaxor och deras styreffekter på primärförbrukare och sekundärförbrukare samt mätning av förbrukning. Utredning om lämpliga taxenivåer, självkostnadsprinciper kontra förbrukningsstyrande taxekonstruktioner etc. Metoder för individuell mätning av förbrukning. - Val av energiform vid uppvärmning Beräkning av marginalkostnaderna för energialternativen baserade på en samlad långsiktig bedömning av energisystemets utveckling och därmed ge incitament till riktiga investeringsbeslut i samband med uppvärmning av byggnader.

TAB. 5.1 forts.

Aktivitetsområde

Specifika forskningsområden

- Befintliga byggnaders anslutning till energidistributionssystem. Analysera problem i samband med olika tekniska data på konsumtions- resp. distributionssystem.
- Dygns- och säsongssvackornas utnyttjning.
Omfördelning av energi från höglast till låglast under dygnet samt bättre utnyttjning av kraftslag med lägre rörlig kostnad för säsongsvackan.
- Optimering av energidistributionsledningars tillgänglighet med avseende på anläggnings- och underhållskostnader. Besvara frågan "Bygger vi för dyrt med hänsyn till rimliga krav på leveranssäkerhet?".
- Anslutning av nya konsumentområden till befintliga distributionssystem.
- Energifördelningen i samhället främst val av energi för uppvärmning. Utredning om zonindelning av samhällen med avseende på energiform (energi- resp. värmeplan), ackumuleringsmöjligheter för optimal energikutnyttjning.

TAB. 5.1 forts.

Aktivitetssområde

Specifika forskningsområden

C2. Belysning

- Teknisk-ekonomisk jämförelse av olika typer av ljuskällor och ljusarmaturer med hänsyn till
 - typ av byggnad/utrymme/område
 - typ av verksamhetsart
 - krav på belysningsnivå
 - typ av underhåll och rengöring
 - typ av styr- och reglersystem
- Val av optimal kombination mellan allmän och platsorienterad belysning för olika typer av byggnader och verksamheter.
- Teknisk-ekonomisk jämförelse av olika typer av belysningsmanövrering.
- Kartläggning av ekonomiska och/eller energibesparingsvinster vid energibesparande åtgärder i belysningsanläggningar i större byggnader genom utvald mätverksamhet.
- Enhetlig klassifikation och presentation av olika typer av armaturers ljus tekniska egenskaper.
- Teknisk-ekonomisk jämförelse av olika typer av tändningssystem för belysningsanläggning.
- Kartläggning av inverkan av nedsmutsning på armaturers ljus tekniska egenskaper.
- Belysningsarmaturdata.
Att klarlägga vilka data på belysningsarmaturer som skall begäras av tillverkare för att meningsfulla belysningstekniska och värmebalansberäkningar skall kunna ske.
- Högfrekvent elenergi för belysning.
Höjning av ljusutbytet hos lysrörsbelysning genom användning av HF-energi.
- Belysningssystem.
Att klarlägga hur en lämplig fördelning av allmän och/eller platsbelysning samt individuell reglermöjlighet av belysningen påverkar årsenergi behovet.

TAB. 5.1 forts.

Aktivitetssområde

Specifika forskningsområden

C3. Uppvärmning och ventilation

- Teknisk-ekonomisk jämförelse av alternativa uppvärmnings- och ventilationssystem för olika typer av större byggnader med hänsyn till olika energibesparingsåtgärder.
- Kartläggning av energibesparingsvinster vid val av integrerade ljus-, värme- och ventilationsanläggningar.
- Kartläggning av inverkan av periodisk avkoppling av elvärmeanläggningar vid maximalt effektuttag.
- Uppläggning och utvärdering av alternativa lösningar till elinstallationer för uppvärmnings- och ventilationsanläggningar.
- Kartläggning av ekonomiska och/eller energibesparingsvinster vid energibesparande åtgärder i uppvärmnings- och ventilationsanläggningar i större byggnader.
- Insamling, analys och val av klimatdata för beräkning av byggnaders värme- och kylbehov.
- Totalekonomin vid tunga och lätta byggnader.
- Inventering av befintlig isolerstandard. Att undersöka behovet av tilläggsisolering för äldre byggnader.
- Val av ekonomisk isolering.
- Kartläggning av värmekapacitetens inverkan på byggnadens värmebalans
- Kartläggning av inverkan av värmelagring i bjälklag eller grund i samband med ventilationssystem på värme- och kylbehov.
- Erforderlig värmekapacitet för längre tids ackumulering. Att undersöka möjligheter till längre tids ackumulering.

TAB. 5.1 forts.

Aktivitetsområde

Specifika forskningsområden

- Erforderlig värmekapacitet för natt-ackumulering. Att studera erforderlig kapacitet samt möjligheterna för värmetransport till och från ackumulator i stora och små hus.
- Planlösning vid olika värmesystem. Att undersöka hur olika värmesystem påverkar planlösningar samt vilka utrymmen som krävs i huset vid resp. system.
- Normering av vissa energiproducerande anordningars verkningsgrad.
- Redovisning av beräknad energiförbrukning på olika energislag i byggnadslovhandlingar. Relationen av energikostnaderna till byggnadens investeringskostnader. Energiförbrukningsram eller fri förbrukning och egenskapsredovisning. Eventuell koppling av energiförbrukning till kvalitetsaspekter t.ex. inomhusklimat.
- Specifika problemområden inom ämnesområdet "värmepumptillämpning" redovisas utförligt i BFR-document D8:1975 (Z. Fikri).
- Dimensionerande tappvarmvattenflöde för större byggnader såsom kontorsbyggnader. Mätningar på tappvarmvattenförbrukning. Bestämning av dimensioneringsregler för tappvarmvattensystem.
- Dimensionerande tillförd effekt till vattenvärmare. Bestämning av effekt-tillslag till vattenvärmare. Bestämning av hur stor del av effekten för rumsuppvärmningen som kan användas för varmvattenberedningen. Hur kan byggnadskroppen och värmesystem utnyttjas som ackumulator för rumsuppvärmningen under perioder med stor tappningsaktivitet och vilken sänkning av rumstemperaturen kan då accepteras?
- Ekonomisk tappvarmvattentemperatur. Hur påverkar tappvarmvattentemperaturen energi- och vattenförbrukningen, och vad betyder det om temperaturen hålls konstant ända fram till tappventilen?

TAB. 5.1forts.

Aktivitetsområde	Specifika forskningsområden
C4. Hiss- och transport- anläggningar	<ul style="list-style-type: none"> - Värmebesparing. Översyn av normer för uteluftventilation. - Värmeåtervinning i ventilationsanläggningar. Möjligheter till energibesparingar vid tänkbara systemlösningar. - Ekonomisk energianalys inom byggmaterialtillverkningen. Att studera möjligheterna att utnyttja överskottsenergin. - Fördelning av uppvärmningskostnader. Rättvisare fördelning av uppvärmningskostnader. - Dygnsackumulering hos elvärmeabonment. - Behovskriterierna d.v.s. underlag för beräkning av energibehov såsom belysning, temperatur, ventilation, varmvatten o.s.v. - Teknisk-ekonomisk dimensionering av alternativa hissanläggningar för person- resp. varutransporter i större byggnader. - Kartläggning av ekonomiska och energibesparingsvinster vid avstängning av utvalda hissar under lågtrafikperiod. - Kartläggning av inverkan av begränsning av närtransporter på dimensionering och drift av hissanläggningar.
C5. Styr- och reglersystem	<ul style="list-style-type: none"> - Tillämpning och utvärdering av styr- och reglersystem för automatisk effektutjämnning. - Analys och utvärdering av alternativa system för belysningsmanövrering enligt följande: <ul style="list-style-type: none"> - central tidurstyrning - automatisk släckning under perioder med låg personbeläggning. - automatisk släckning med hänsyn till dagsljusinsläpp - Kartläggning av energisnål drift av ytterbelysning.

TAB. 5.1 forts.

Aktivitetsområde	Specifika forskningsområden
	<ul style="list-style-type: none"> - Kartläggning av inverkan på effekt- och energibehov vid periodisk avkoppling av elvärmebelastningar. - Utvärdering av termistorstyrda styr- och reglersystem för snålare reglering av värme- och ventilationsanläggningar i förhållande till andra system. - Utvärdering av existerande system för klimatreglering med minidatorer med hänsyn till ekonomi, reglermöjligheter och energibesparing. - Utvärdering av alternativa manöver-system för automatisk avstängning av hissar under vissa lågtrafikperioder. - Inverkan av reglerutrustningarnas egenskaper på värmebehovet vid radiatorvärme. Beräkning av värmeförlusterna från byggnader vid olika reglernoggrannhet. - Reglering av innetemperatur. Reglering av framledningstemperatur med hjälp av innetemperatur och ev. utetemperatur och solinstrålning så att lägre och konstantare innetemperatur hålls. - Styrning av ytemperaturen med avseende på utetemperatur, nederbörd och luftfuktighet. Eliminera onödig energiförbrukning exempelvis för "snösmältningssytor". - Fjärröverföring av mätvärden i byggnader till automatisk avräkningscentral. Helautomatisk mätning, debitering av el-, vatten- och gas-konsumtion. - Specifika problemområden inom ämnesområde "värmepumptillämpning" framgår av BFR-document D8:1975 (Z. Fikri).

TAB. 5.1 forts.

Aktivitetsområde	Specifika forskningsområden
C6. Övriga elinstallationer	<ul style="list-style-type: none"><li data-bbox="602 288 1193 389">- Utvärdering av olika system för varvtalsreglering av fläkt- och pumpmotorer ur ekonomisk och energibesparingssynpunkt.<li data-bbox="602 408 1193 528">- Jämförelse av drift av anläggningen med större alternativt mindre pumpar och/eller fläktar för anpassning av drifttider då värme- och kylbehovet är mindre.<li data-bbox="602 547 1193 646">- Utarbetande av riktlinjer för ekonomisk dimensionering av fläkt- och pumpmotorer med hänsyn till belastning och driftart.

TAB. 5.1 forts.

Aktivitetsområde	Specifika forskningsområden
D. HJÄLPMEDEL FÖR PROJEKTERING (EXEMPEL)	
D1. Allmänt	<ul style="list-style-type: none"> - Allmänna projekteringsanvisningar. - Sammanställning och hänvisning till lagar, normer m.m. - Mallar för beskrivningar, granskningsutlåtanden och besiktningar m.m. - Checklistor för projektering, kontroll och besiktningar. - Mallar för driftinstruktioner - Kostnadskatalog - Sammanställning av utdrag från lagar, föreskrifter, rekommendationer m.m.
D2. Kraftförsörjning	<ul style="list-style-type: none"> - Tabeller över belysningsstyrkor och effekt per m^2 för olika slag av utrymmen. - Typiska dygnsvariations- och varaktighetskurvor för olika typer av belastningar. - Belysningsunderlag såsom installerad och max uttagen effekt per m^2 samt årlig energiförbrukning i kWh/m^2. - Kurvor över taxejämförelser. - Sammanställning av större viktigare distributörers taxor och anslutningskostnader. - Sammanställning av utnyttjningstider för olika objekt. - Sammanlagringsfaktorer för olika objekt. - Mallar för: <ul style="list-style-type: none"> - spänningsfallsberäkningar. - förlustvärdeberäkning. - utvärdering av transformatorförluster. - beräkning av kabelförluster. - faskompensering. - energiekonomisk dimensionering av transformator- och ställverksanläggning samt huvudledningar. - upprättande av elförbrukningskalkyler. - upprättande av kraftförsörjningsförslag.

TAB. 5.1 forts.

Aktivitetsområde

Specifika forskningsområden

D3. Belysning

- upprättande av effekt- och energiprognoser
- utredningar om val av eltaxa
- Överföringsförmåga för olika kabelareor för Cu resp. Al med kostnadsjämförelser.
- Riktlinjer för val av horisontal- resp. vertikalsystem för huvudledningar.
- Jämförande kostnader för direktmatande huvudledningar resp. via huvudfördelningar.
- Kartläggning av möjlig standardisering och typisering efter genomgång av handlingar från Svenska Elverksföreningen, FIE, SEN, BFR m.fl.
- Tabeller visande lämplig belysningsstyrka, uttag effekt och årlig energiförbrukning för olika typer av utrymmen.
- Principlösningar till belysning i olika typer av utrymmen (typritningar), ur energibesparingssynpunkt.
- Principlösningar till zonindelning av belysningsanläggning (typritning)
- Sammanställning av W/1000 lumen för olika typer och fabrikat av ljuskällor.
- Sammanställning av ljusutbyte (effekt i W, ljusflöde i lumen, lumen/watt och ljusflödesminskning som funktion av brinntid i timmar) för olika typer av ljuskällor.
- Sammanställning av ljustekniska egenskaper (ljusfördelning, verkningsgrad, avländning) av armaturer av olika typer (och fabrikat).
- Redovisning av statistik över ljusnedgång på grund av smuts och damm för olika armaturtyper i samma miljö.

TAB. 5.1 forts.

 Aktivitetsområde

 Specifika forskningsområden

- Sammanställning av olika armaturer med hänsyn till bl.a. följande:
 - Ljusfördelning
 - Verkningsgrad
 - Effektförluster i förkopplingsdon
 - Funktion
 - Materiel och ytbehandling
 - Elektrisk hållbarhet
 - Termisk hållbarhet
 - Uppbyggnad och utförande
 - Montagesätt
 - Kostnad
- Principlösningar till integrerade ljus-, värme- och ventilationsanläggningar (schema, flödesdiagram)
- Sammanställning av ekonomiska rengöringsintervaller (tid för underhåll) för olika typer av armaturer och utrymmen.
- Principer för belysningsmanövrering ur energibesparingssynpunkt.
- Principer för utnyttjande av dagsljus (typexempel).
- Sammanställning av utnyttjningstider, varaktighetskurvor, dygnsvariationskurvor och sammanlagringsfaktorer för olika typer av belysningsanläggningar.
- Checklista för belysning.
- Mallar för:
 - utredningar om energiekonomisk belysningsanläggning med hänsyn till
 - typ av ljuskälla
 - typ av ljusarmatur
 - underhåll
 - manöversystem
 - utnyttjande av dagsljus
 - beräkning av antal armaturer, maximeffekt och årlig energiförbrukning för olika typer av ljusarmaturer och lokaler

D4. Uppvärmning och ventilation

- Tabeller visande maximalt uttagen effekt och årlig energiförbrukning per m² för olika typer av elvärme- och ventilationsanläggningar

TAB. 5.1 forts.

Aktivitetsområde	Specifika forskningsområden
D5. Hiss- och transportanläggningar	<ul style="list-style-type: none"> - Sammanställning av utnyttningstider, sammanlagringsfaktorer, typiska dygnsvariations- och varaktighetskurvor. - Sammanställning av transmissions- och ventilationsförluster (per m²) för olika typer av byggnadskonstruktioner och systemlösning. - Mallar och anvisningar för val av uppvärmnings- och ventilations-system. - Sammanställning av totalverkningsgrad hos olika system för uppvärmning (från utvinning av energiråvaror till konsumtion). - Principuppläggning och utarbetande av riktlinjer för optimal dimensionering och projektering av värmepumpanläggningar i byggnader. - Riktlinjer för införande av energibesparande åtgärder vid planering av elvärmeanläggningar. - Principritningar visande elinstallationer för elvärmeanläggningar inkl. värmepumpar. - Kurvor visande relation mellan elvärmebelastning och vädervariabler. - Dimensioneringsanvisningar. Specifika behov av värme och ventilation anges. <ul style="list-style-type: none"> - Kapacitetsberäkningstabeller och kurvor för överslagsberäkning. - Tabeller för dimensionering av huvudledningar till hissmaskinrum. - Mall och anvisning för val av lämpligt antal hissar. - Mall och anvisning för utvärdering av anläggning av hissmanöver.

TAB. 5.1 forts.

Aktivitetsområde	Specifika forskningsområden
D6. Styr- och reglersystem	<ul style="list-style-type: none"> - Principskeman för: <ul style="list-style-type: none"> - belysningsmanövrering - VVS-manövrering - VVS-reglering - fördunklingar - automatisk bortkoppling av vissa belastningar för effektutjämning. - automatisk släckning av belysning i zoner med tillräckligt dagsljus - automatisk släckning av ytterbelysning med uppdelning 1/3-2/3-3/3. - automatisk bortkoppling av elvärmeanläggningar - automatisk reglering av drift av parallella transformatorer - Principschema för behovsstyrd rumsautomatik <ul style="list-style-type: none"> a/ Börvärde sänks av släckt belysning b/ Rumstermostat för värme - Mallar för: <ul style="list-style-type: none"> - utvärdering av lönsamhet vid automatisk bortkoppling av vissa belastningar för effektutjämning - bestämning av ekonomisk drift av parallella transformatorer - utvärdering av energibesparing i belysningsanläggning vid utnyttjande av dagsljus. - utvärdering av periodisk avkoppling av elvärmeanläggningar - utvärdering av olika typer av styr- och reglersystem - Principuppbyggnad av styr- och reglersystem enligt nedan: <ul style="list-style-type: none"> - Elektromekaniska termostater och elektroniska regulatorer - Termistorer och elektroniska regulatorer - Minidatorer (VVS-DDC) - Principuppbyggnad av styr- och reglersystem för integrerade ljus-, värme- och ventilationsanläggningar.

TAB. 5.1 forts.

Aktivitetsområde	Specifika forskningsområden
D7. Övriga installationer	<ul style="list-style-type: none">- Principiell uppbyggnad av installationssystem för allmän och speciell kraft. Kraft till konventionella VVS-anläggningar m.m.- Principschema för varvtalsreglering.- Tabeller för dimensionering av gruppledningar till motorer.

TAB. 5.1 forts.

Aktivitetsområde	Specifika forskningsområden
E. METOD- OCH DATOR-PROGRAMUTVECKLING	
E1. Allmänt	<ul style="list-style-type: none"> - Kostnadsberäkningar - Databaserad kostnadskatalog
E2. Kraftförsörjning	<ul style="list-style-type: none"> - Beräkning av effekt och energibehov. - Belastningsprognosering. - Val av antal och typ av transformatorer. - Beräkning av sammanlagring mellan olika delbelastningar. - Dimensionering och optimering av kabelnät. - Tekniska beräkning för dimensionering av distributionsnät <ul style="list-style-type: none"> - Belastningsfördelning - Kortslutningsberäkningar - Jordslutningsberäkningar - Tillförlitlighetsberäkning - Utveckling av databas för belastningsunderlag. - Utvärdering av nätutföranden från ekonomisk och tillförlitlighets-synpunkt. - Beräkning av maximalt uttagen effekt per lokal eller plan i en byggnad. - Beräkning av totalt sammanlagrad effekt av vissa eller samtliga plan i en byggnad. - Beräkning av byggnaders årliga energiförbrukning. - Prognosering av belastningar i byggnader. - Beräkning av belastningarnas specifika storheter. - Beräkning av säsongsvariationer av energiförbrukning. - Beräkning av transformatorförluster.
E3. Belysning	<ul style="list-style-type: none"> - Beräkning av antal armaturer i en lokal under givna förutsättningar. - Beräkning av belysnings lay-out.

TAB. 5.1 forts.

Aktivitetsområde	Specifika forskningsområden
E4. Uppvärmning och ventilation	<ul style="list-style-type: none"> - Beräkning av max. uttagen effekt av belysningsanläggning <ul style="list-style-type: none"> - per plan - vid huvudfördelningscentral - vid transformatorstation - Automatisk generering av alternativa manöver- och underhållssystem för belysningsanläggning - Bestämning av optimal zonindelning av belysningsanläggning. - Utformning av manöver- och signal-system. - Dimensionering av huvudledningar och centraler. - Beräkning av energiförbrukning. - Databas för uppgifter om ljuskällor, armaturer o.s.v.
	<ul style="list-style-type: none"> - Automatisk generering av alternativa byggnadskonstruktioner. - Beräkning av värme- och kylbehov. (Förenklad beräkningsmetod) - Automatisk generering av alternativa lösningar till uppvärmning och ventilation. - Beräkning av effekt- och energi-behov (förenklad beräkningsmetod). - Dimensionering av anläggningar <ul style="list-style-type: none"> - Konventionella VVS-anläggningar - Elvärmeanläggningar (Förenklade beräkningsmetoder). - Anläggningsprojektering (mängd-specifikation och lay-out). <ul style="list-style-type: none"> - Konventionella VVS-anläggningar - Elvärmeanläggningar - Databas för belastningsunderlag. - Förbättrad kontroll av byggnadens utförande. Utredning om effektiva metoder t.ex. för kontroll av värmeisolering. Effektivare bygg- eller platskontroll. - Metoder för mätning av individuell förbrukning av värmeförbrukning och varmvatten.

TAB. 5.1 forts.

Aktivitetsområde	Specifika forskningsområden
E5. Hiss- och transport-anläggningar	<ul style="list-style-type: none"> - Kapacitetsberäkningar och bestämning av antal och typ av hissar. - Dimensionering av el för hiss-anläggningar. - Beräkning av effekt- och energibehov. - Beräkning av andelen besvarande anrop och energiförbrukning. - Databas för belastningsunderlag och uppgifter om typiska dygnsvariationskurvor av hisstrafik.
E6. Styr- och reglersystem	<ul style="list-style-type: none"> - Automatisk generering av alternativa styr- och reglersystem för bl.a. <ul style="list-style-type: none"> - Kraftförsörjning - Belysning - Uppvärmning och ventilation - Övriga installationer - Dimensionering och utformning av styr- och reglersystem (anläggningar enl. punkten ovan). - Simulering av anläggningsdrift (anläggningar enl. punkten ovan). - Databas för uppgifter om olika typer av styr- och reglersystem.
E7. Övriga installationer	<ul style="list-style-type: none"> - Beräkning av effekt- och energibehov. <ul style="list-style-type: none"> - Allmän kraft - Speciell kraft - Kraft till VVS-anläggningar - Optimal dimensionering av motorer, kablar, centraler, startutrustningar o.d. för anläggningar enligt punkten ovan. - Val av styr- och reglersystem för optimal drift. - Databas för belastningsunderlag.

TAB. 5.1 forts.

Aktivitetsområde	Specifika forskningsområden
F. UPPFÖLJNING	<ul style="list-style-type: none"> - Utarbetande av förslag till åtgärder för effektivt utnyttjande av resultat från forskning och utveckling inom ämnesområdet. - Utarbetande av kursmateriel för kurser inom ämnesområdet "Projektering av elanläggningar från energihushållningssynpunkt" för bl.a. följande kategorier: <ul style="list-style-type: none"> - Servicepersonal - Tekniker och elingenjörer som ansvarar för projektering - Forskare inom ämnesområden byggnads-, uppvärmnings- och ventilations- resp. elteknik. - Beslutsfattare - Anordnande av kurser, symposier, seminarier och konferenser inom ämnesområdet. - Utarbetande av handböcker för projektering av elanläggningar från energihushållningssynpunkt. - Samordning mellan FoU-projekt inom byggnadsteknik, uppvärmnings- och ventilationsteknik resp. elteknik. - Publicering av artiklar, rapporter, böcker, kompendier m.m.

TAB. 5.1 forts.

Aktivitetsområde	Specifika forskningsområden
G. INTERNATIONELLT SAMARBETE	<ul style="list-style-type: none">- Inventering av FoU inom ämnesområdet "Projektering av elanläggningar från energihushållnings-synpunkt" inom<ul style="list-style-type: none">- Övriga nordiska länder- Europa- USA- Övriga länder- Utarbetande av förslag till gemensamma projekt tillsammans med andra länder.- Studieresor i andra länder i syftet att inhämta resultat från pågående FoU-projekt inom ämnesområdet.- Utvärdering av erhållna resultat från fullskaleförsök i andra länder.- Deltagande i internationella konferenser om ämnesområden byggnadsteknik, uppvärmnings- och ventilationsteknik samt elteknik.

6 LITTERATUR OCH REFERENSER

6.1 Energihushållning

BFR Programskrift 18 1973: Byggnaders installationer

Byggnadsenergigruppen: Energianvändning i byggnader
BFR rapport R10:1974.

Eluppvärmningen fortsätter att öka. Nu tio procent av lägenhetsbeståndet, Byggnadsindustrin nr. 4, 1976, p. 3-5.

Kalla siffror, VVS nr. 12, 1975, p. 5-6

Lalander, S.: Kommunal energiplanering från elförsörjnings-
synpunkt, ERA 3:1976, p. 51-54.

Lindskoug, N-E.: Elvärme, oljeberoende, vattenburen värme
eller direktel m.m., ERA 5:1975, p. 104-106.

SOU 1974:64 och SOU 1974:65: Enerkiprognosutredningen (EPU)
Energi 1985, 2000

Sterns, B.: Behöver vi mera elkraft, Elinstallatören,
nr. 2, 1976, p. 14-19.

Särtryck ur SOU 1974:74 och SOU 1974:76: Byggsektorns
Energianvändning.

Thulin, G, & Jurgén, T.: Elda inte för kråkorna,
Teknisk Tidskrift nr. 1975:20, p. 40-48.

6.2 Projektering under nya förutsättningar

Bigelius, A.: Dimensionerande termiskt inne- och uteklimat sommartid, VVS nr. 5, 1974, p. 55-61

Byggnadsstyrelsen: KBS-anvisning 27. Energiekonomi

Bättre värmeekonomi i äldre hus är byggbranschens ansvarsområde, VVS nr 2, 1976, p. 11.

Christiansson, T. & Nygren, Ö.: VVS-konsulten i energidebatten, VVS nr 1, 1974, p. 11-12.

Elföreskrifter i SBN 1975, Elinstallatören nr 12, 1975, p. 14-18

Elinstallationer i Svensk Byggnorm 1975, Era 11/1975, p. 252.

Fanger, P.O.: Energisparande och termisk komfort, VVS nr. 3, 1976, p. 33-39.

I avvaktan på energisparnormer: PM om god värmehushållning, VVS nr 2, 1976, p. 9-10.

Peterson, F.: Hjälpmedel för att bestämma riktad operativ temperatur, VVS nr. 8, 1975, p. 75-82.

Wyan, D.P.: Behaglig inomhusmiljö - dagens och morgondagens kriterier, VVS nr. 3, 1975, p. 29-38.

Wyatt, T.J.: Building economics and energy conservation, International lighting Review, No. 3. 1973.

Wahlström, O.: Förbättrad och rationaliserad projektering är dagens krav, Landstingens tidskrift nr. 10/75, p. 52-53.

6.3 Eldistribution

Hedley, S.: 220 eller 380 V för elvärme? Elinstallatören nr. 6, 1974, p. 60-62.

Johnson, R.: Energiekonomin inom industrin, Elteknik med aktuell elektronik, 1976:1, p. 30-32

Kommittérapport, Dimensionering av eldistributionssystem i tätorter, Svenska Elverksföreningen, 1972, p. 20.

Randers, J.: Planering av industrinät, ASEA kompendium 1963.

Wängdahl, M.: Egen kraftproduktion och reservkraft, ERA 1972:10, p. 188-191

6.4 Belysning

Bonner, A.V. & Kellog, W.H.: The utility lighting consultants role, Lighting Design.

Clark, F.: Accurate light loss factors contribute to efficient energy use, Lighting Design & Application, October 1973, p. 21-25.

Cuttle, C. & Slater, A.I.: A low energy approach to office lighting, Light and Lighting, January/February, 1975, p. 20-24

Franzén, Å.: Lågenergibelysning i kontorsrum, Elinstallatören nr 6, 1975, p. 74-75.

Hedlund, H. & Holmberg, J.: Integrerade anläggningar för ljus, värme och ventilation, BFR-rapport 38/69, pp. 68.

Ingen butik är den andra lik. Ljuskultur nr. 2/74, p. 8.

Kaufman, J.E.: Optimizing the uses of energy for lighting, Lighting Design & Application, October 1973 p. 8-11.

Kontroll av förenklade projekteringsmetoder för gatu- och vägbelysning, ERA 1972:9, p. 180-181.

Sander, R.: 10 W/m² vad betyder det för vårt seende, Ljuskultur nr. 2/74, p. 7.

Shemitz, S.R. & Stahlheber, B.L.: Office landscape or open-plan lighting, Lighting Design & Application, October 1973, p. 16-20.

Sjölander, I.: Ljusvärmens sparar energi, Elinstallatören nr. 2:1975, p. 32-33.

Sjölander, I.: Morgondagens industrimiljö kräver ett nytt ljusstänkande, Elinstallatören nr. 3, 1975, p. 44-46.

Wibom, R m.fl: Arbetsplatsens belysning. Artikelserie i Elinstallatören nr 3-12 1976.

6.5 Elvärme och ventilation

Ackumulering av elvärme i nya KF-huset, VVS nr. 12, 1974, p. 67.

Berghe, J.O.: Värmeackumulering - finns det grund för det? Debattinlägg, Elinstallatören nr. 3, 1975, p. 28.

Berge, J-O.: Värmeackumulering igen, Elinstallatören nr. 6, 1975, p. 47-48.

Boström, T., Sandberg, L & Södergren, D.: Sundsvalls Sjukhus, VVS nr. 2, 1976, p. 22-47

Construction and maintenance, Electrical Construction and maintenance, June 1974, p. 68.

Eklöf, U.: Elpatroner eller elpanna, Elinstallatören, nr. 4, 1974, p. 60-62.

Electric heating can save scarce fuels, Electrical world, october 15, 1975, p. 84-85.

Elvärmen och oljan, Teknisk Tidskrift 1972:4, p. 5-6.

Elvärme räddning ur energikris, Teknisk Tidskrift 1972:7, p. 5-6.

Fikri, Z.: Heat pump applications in Sweden, BFR rapport D.8: 1975, pp. 199

Glas, L.O.: Klimatbehandling inomhus med hjälp av värmda och kylda ytor, VVS nr. 1. 1975, p. 39-45.

Hedley, S.: Hur mycket olja går det åt till elvärmen? Elinstallatören nr. 11, 1974, p. 26-28.

Hedley, S.: Varifrån kommer energin till elvärmen?, VVS nr. 10, 1974, p. 13-14.

Holmberg, J.: Även vatten är energi, Elinstallatören nr. 2, 1975, p. 34-35.

Hultman, B.: Vårt behov av vatten. Litteratur om vattenförbrukning fram till år 2000, VVS nr. 12, 1974, p. 17-20, 56.

Investeringarna kan ge överskott på 10 kr per m²/ Byggnadsindustrin 19:76, p. 14-16.

Jacobson, E.: Electric heat and the future, Electrical Construction and maintenance, June, 1974, p. 65.

Jensen, P.K.: Nollenergihusets klimatsystem, VVS nr. 1, 1975, p. 47-48.

Jurén, T.: Tilläggsisolering lönar sig, VVS nr. 3, 1976, p. 71-80.

Kombination värmetag och ventilationssystem, Elinstallatören nr 4., 1973, p. 34-37.

Larsson, H. & Bengtsson, H.: Ackumlerande husvärmesystem minskar behovet av toppkraft-utbyggnad, VVS nr. 9, 1974, p. 87-90.

Lilja, G.: System med variabelt luftflöde - VAV. VVS nr 1, 1974, p. 50-56.

Lindström, B.: Värmeåtervinning av ventilationsluft, Byggnadsvärlden nr. 9, 1975, p. 31-43.

Lindström, P-O & Lundström, E.V.: Direkt kontra vattenburen elvärme för småhus, VVS nr. 11, 1974, p. 61-66.

Lunden, L.: Elvärmegrundande elavgifter, Elinstallatören, Nr. 6, 1975, p. 49-50.

Munther, K.: Värmebehov i småhus, VVS nr. 1, 1974, p. 28-33.

Projekt stadshus i Malmö, Energisnålt klimatskal över öppna kontorsdäck, VVS nr 6-7, 1975, p. 54-60.

Shannahow, J.H.K.: New horizons in electric heating, Electrical Construction and maintenance, June 1974, pp. 67.

Statens Råd för Byggnadsforskning & Centrala driftledningen Värme-pumpar, Symposium i Stockholm 26-27 november, 1974, pp. 311.

Statens Planverk: SBN 1975, supplement 1, bestämmelser om värmehushållning.

Strindehag, O. & Åström, L.: Indirekta värmeväxlare för värmeåtervinning, VVS nr. 1, 1974, p. 44-48.

Strömblad, J.: Gå inte över ån efter värme, Teknisk Tidskrift nr. 1975:20, p. 32-35.

Svennberg, S.A.: Det finns grund för värmeackumulering, Elinstallatören nr. 3, 1975, p. 29-30.

Svennberg, S.A.: Svar om elvärmens oljeförbrukning, VVS nr. 1, 1976.

Svennberg, S.A.: Värmeackumulering- finns det grund för det? Avsnitt 1, Elinstallatören nr. 9, 1974, p. 24-26.

Svennberg, S.A.: Värmeackumulering - finns det grund för det? Del 2. Elinstallatören nr. 10, 1974, p. 44-46.

Tekniska Kommittén: Fläktars verkningsgrad, VVS-EL Kontroll AB, Augusti 1972, pp. 4.

Vattenvärmd elvärme, ERA 1973:11, p. 220.

Ökat intresse för elvärmeackumulering, Teknisk Tidskrift, 1972:7, p. 31.

6.6 Hiss- och transportanläggningar

Cleminson, C.A & Rogers, R.L.: Elevator power consumption, Elevator world, March 1974, p. 24-27.

6.7 Styr- och övervakningssystem

Automatisk reglering av elvärmen i bodarna kan spara 30 proc. energi, Byggnadsindustrin 11: 1976, p. 27.

Borresen, B.: Regleringssamspillet mellan varmebatteri, ventil og rørrnett, VVS nr. 2, 1974, p. 29-36.

Brännström, H.: Att temperaturreglera förbrukningsvarmvatten, VVS nr 11, 1975, p. 11-12.

Dahlgren, B.: Datateknik för VVS - ett konsultföretags erfarenheter och framtidsplaner, VVS nr. 9, 1975, p. 51-52.

Ek, S.: Om klimatreglering med datorer, VVS nr. 1, 1976, p. 15-15.

Ekström, L.: Om klimatreglering med datorer, VVS nr 1, 1976, p. 15-16.

Ekström, L.: Klimatreglering med datorer. En orientering om VVS-DDC, VVS nr. 9, 1975, p. 29-38.

Elliot, T.C.: How one building saves energy today and everyday, Power, December 1974, p. 29-32.

Enfors, L.: Reglerteknik och systemnomenklatur, VVS nr. 5, 1964.

Friblad, B.: Styr- och reglerutrustning för energisnåla luftbehandlingssystem, VVS nr. 8, 1975, p. 47-50

Hasse, H., Aution, R. & Nurminen, T. Sulkuajallisen suoran sähkölämmityksen vaikutus asumismukavuuteen, SÄHKÖ-lehdestä 2/Finland

Hedberg, P-O, Käll, G.: Beskrivningsexempel. Styr- och övervakningsanläggningar. Byggeforskningen skrift T3:1976.

Hedberg P-O, Käll, G.: Styranläggningar inom byggnader BFR-rapport R6:1976.

Hedley, S.: Energibesparande larmanordning, Elinstallatören nr. 6, 1975, p. 35-36.

Håål, S. Rapport angående mätning av elförbrukning i Råslätt vid Jönköping. Bergman & Co AB, Stockholm, daterad 1970-07-08.

Håål, S. & Lindskoug, N-E: Två års elmätningar i Råslätt, VVS nr 11, 1970, p. 529.

Håål, S. & Vedin, J. Avkoppling av elvärme, Bergman & Co AB, Konsulterande Elektroingenjörer, Stockholm. Opublicerad rapport nr U 7109-Cj-103 daterad 5-2 1970.

Jensen, L.: Driftoptimering av värmeåtervinning i en datorreglerad klimatanläggning, VVS nr. 11, 1975, p. 81-82.

Lindblom, H.: Värmereglering, Elinstallatören nr. 2, 1975, p. 30-31.

Lövgren, H., Mundt, G. & Ribbefjord, S.: Energibesparande reglerteknik för värme och varmvatten, VVS nr. 8, 1975, p. 53-71.

Mandorff, S.: Inreglering av värmesystem, VVS nr. 2, 1974, p. 25-28.

Olsson, B. & Ribbefjord, S.: Dimensionering och reglering för optimal energibesparing, VVS nr 12, 1975, p. 33-38.

Olsson, B. & Ribbefjord, S.: Reglering av centralvärmeanläggning och placering av radiatortermostatventiler, VVS nr. 12, 1975, p. 39-41.

Reglerade elektriska motordrifter, ASEA Information, 1972.

Reglerutrustningar för luftbehandlingsanläggningar, Billman regulator AB.

Ribbefjord, S.: Styr- och reglersystem i energibesparandets tjänst, VVS nr. 8, 1975, p. 29-44.

Ribbefjord, S. & Strand, R.: Dimensionering av ventiler och värmeväxlare, VVS nr. 9, 1975, p. 41-49.

Räntilä., L.: Datorsystem för VVS, VVS nr. 6-7, 1975, p. 33-37.

Sandel, R.: Drift-service-underhåll av styr- och regler-system, VVS nr. 9, 1975, p. 33-38.

Termoroc-huset i Limhamn en datorstyrd försöksstation, VVS nr. 11, 1975, p. 73-78.

Tillämpad reglerteknik - Värmeanläggningar, skrift från Billman regulator AB, 1974-01-24.

Wendeln, K.E.A.: Systemet som sparar olja, Elteknik med aktuell elektronik 1975:3, p. 55-57.

6.8 Kontroll, drift och underhåll

Brännström, H.: Drift- service-underhåll för bättre lönsamhet, VVS nr. 3, 1975, p. 49-

Daniels, Klaus: Betriebskostenreduzierung, Technik am Bau, TAB nr 3, 1975, pp. 203-210.

Elinstallatörsförrordningen SFS 1975:976.

Energisparkommittén & Kommunförbundet: Energihushållning - Drift och skötsel av fastigheter och andra anläggningar med tonvikt på att spara energi, Kommunförbundet, 1975, pp. 120.

Eriksson, B.E.: Utbytet av investeringar i värme och ventilation, Byggmästaren 1, 1975, p. 14-16.

Levin, S.: Driftp Anpassning av VVS-installationer, VVS nr. 12, 1974, p. 69-73.

Spar värme, BFR-informationsblad B.1975 (Arbetshandling)

Springfeldt, B.: Tillsyn, kontroll och förebyggande underhåll av klimatanläggningar, VVS nr. 8, 1974, p. 87-92.

6.9 Beräkningar och kalkyler

Adamson, B.: Energitransport genom fönster, VVS nr 1, 1974, p. 23-26.

Adamson, B.: KBS-anvisning om energiekonomi. Bra initiativ - men den bör omarbetas, VVS nr. 11. 1974, p. 33-35

Adamson, B.: Konsten att beräkna byggnaders energibehov, VVS nr 3, 1976, p. 43-47.

Barett, A.: Kostnadskalkylering i program- och förslags-handlingsskedena av projekteringen. BFR-rapport R38:1975.

Bigelius, A.: Beräkning av effekt och energi för luftbehandlingsinstallationer, VVS nr. 10, 1974, p. 71-74.

Bigelius, A. & Taesler, R.: Effekt- och energiberäkningar för luftbehandlings-, kyl- och värmeinstallationer, BFR rapport R50:1975, pp. 134.

Fikri, Z.: Statistical load Analysis for Distribution Network Planning. Department of Electric Power Systems Engineering. The Royal Institute of Technology, Stockholm, May 1975 pp. 400.

Glas, L-O.: Driftkostnadskalkyler för VVS-anläggningar, VVS nr. 9, 1975, p. 57-64.

Järnefors, U.: Lönsamhetskalkyler för energisparåtgärder, VVS nr. 4, 1976, p. 37-42, 89.

Nordström, S.: "Energiekonomi" skall vara ett praktiskt hjälpmedel, VVS nr. 11, 1974, p. 36-41.

6.10 Metod och datorprogramutveckling

(Se bilaga 4)

6.11 Övrigt

Lågenergisamhälle kräver ekologiskt byggande, Byggnads-
världen nr. 9. 1975, p. 35-40.

ENKÄTUNDERSÖKNING

För att få fram så många synpunkter som möjligt på "projektering av elanläggningar i byggnader från energihushållningssynpunkt" och samtidigt få en överblick över den FoU som bedrivs inom ämnesområdet har utsänts ett frågeformulär till följande målgrupper

- Konsulter och arkitekter 39 st
- Beställare och byggherrar 16 st
- Institutioner 34 st

Av de tillfrågade har 54% besvarat frågeformuläret, vilket får betraktas som ett relativt gott resultat. Frågeformuläret omfattade 6 st huvudfrågor. Varje sådan fråga var i sin tur indelad i ett antal delfrågor. I flertalet fall har de som svarat lämnat vissa delfrågor obesvarade på grund av frågans svår-förståelighet eller bristande erfarenhet hos den som svarat. Utöver frågorna har även begärts få "övriga synpunkter och förslag".

För varje fråga har nedan sammanställts dels det procentuella förhållandet mellan de olika svaren, dels vissa kommentarer till resp. huvudfråga som gjorts av de som besvarat frågeformuläret. Därefter har gjorts en sammanställning av de övriga synpunkter och förslag som inkommit i anslutning till enkäten. I slutet av denna bilaga har även gjorts ett försök till utvärdering av svaren och den procentuella fördelningen.

FRÅGA 1

På vilka punkter är dagens projekteringsmetodik (avseende elenergianläggningar) 1. godtagbar, 2. nöjaktig, 3. bristfällig? 0 = obesvarad.

Delfrågor	Svar i %			
	0	1	2	3
Direktiv från byggherren	44	4	29	23
Informationsflöde mellan olika projektörer	54	4	27	15
Erforderligt underlag för planering av anläggningar	48	10	23	19
Metoder för anläggningsdimensionering	56	21	21	2
Datorprogram för dimensionering av anläggningar	67	15	8	10
Datorprogram för simulering av drift	67	8	6	19
Datorprogram för kostnadsberäkning	65	4	8	23
Nyttiggörande av övrig FoU inom ämnesområdet	70	-	13	17

Kommentarer

I genomsnitt har 59% ej svarat på en stor del av frågorna. Från 2 håll påpekas att kännedom (= information) saknas om t.ex. datorprogram.

Åtgärd: Bättre information om befintliga program samt om möjligheterna att använda datorer för projektering.

FRÅGA 2

För vilka byggnadstyper är FoU om projekteringsmetodik. 1. mycket angelägen, 2. angelägen, 3. inte angelägen? 0 = obesvarad.

Delfrågor	Svar i %			
	0	1	2	3
Kontor	50	23	25	2
Skolor, läroanstalter	48	25	23	4
Sjukhus	50	31	15	4
Varuhus, centrumanläggningar	54	31	13	2
Industribyggnader	59	33	4	4
Enfamiljshus	51	13	13	23
Flerfamiljshus	51	13	21	15
Övriga byggnader såsom	88	10	-	2

Kommentarer

I genomsnitt har 56% ej svarat på en stor del av frågorna. Eftersom merparten av de svarande är byggherrar och konsulter bör man forska vidare och ta reda på vad de svarande menar med projekteringsmetodik.

- Som övriga byggnader nämns speciella sportanläggningar och badanläggningar.
- Minskad integration med byggnadsstommen önskvärd (N.E Lindskough)
- Endast industribyggnader skiljer sig från övriga vad beträffar projekteringsmetodik. I övrigt är projekteringsmetodiken samma för olika byggnader (KTH, Wåhlström)
- Barnstugor saknas (Wåhlström)

FRÅGA 3

För vilka anläggningstyper är FoU-arbetet. . mycket angeläget, 2. angeläget, 3. inte angeläget? 0 = obesvarad

Delfrågor	Svar i %			
	0	1	2	3
Kraftdistribution inom byggnader	55	10	29	6
Belysningsanläggning	50	21	23	6
Elektrisk rumsuppvärmning	46	33	8	13
Anläggningar för motordrift	61	6	27	6
Styr- och reglerutrustning	50	31	15	4
Hiss- och transportanläggningar	62	2	17	19

Kommentarer

I genomsnitt har 54% ej svarat på frågorna. Merparten över 60% synes ej ha tillräckligt bedömningsunderlag vad beträffar motordrift och hiss- och transportanläggningar.

Önskvärda FoU-insatser

- Utveckling av enklare distributionssystem för små eleffekter till rumsuppvärmning för finreglering av rumstemperaturen
- Förbättring av styr- och reglersystem
- Val av bästa system ur energihushållningssynpunkt
- Återvinning av energi
- FoU-insatser önskas inom områdena, samordning, återvinning av energi, användning av värmepump, förbättring av styrning och reglering (Energiverken Göteborg)

FRÅGA 4

Vilka av följande forskningsområden bör prioriteras?
1. hög prioritet, 2. låg prioritet, 3. ingen prioritet,
0 = obesvarad

Delfrågor	Svar i %			
	0	1	2	3
Energimätningar	48	29	15	8
Underlag för beräkning av effekt och energibehov	45	40	13	2
Underlag för beräkning av uttagen effekt på basis av installerade effekter	51	33	8	8
Underlag för beräkning av sammanlagrade effekter	50	46	2	2

Delfrågor	Svar i %			
	0	1	2	3
Underlag för upprättande av prognoser	54	23	19	4
Underlag för dimensionering av anläggningar	52	21	21	6
Underlag för simulering av drift	52	10	23	15
Underlag för kostnadsberäkningar	50	27	23	-
Databas för effekt och energibehov för olika typer av anläggningar	56	17	21	6
Databas för kostnadsberäkningar	56	13	23	8
Information och utbildning inom ämnesområdet	47	38	13	2
Utveckling av metodik för samordnad energiplanering i byggnader	48	44	8	-

Kommentarer

I genomsnitt har 51% ej svarat på frågorna.

- Tvångssammanlagring - blockering.
Kan det vara rimligt att all effekt skall vara tillgänglig vid alla tillfällen? (FortF)
- Det är svårt att

FRÅGA 5

Pågår inom Ert företag FoU inom ämnesområdet energihushållning i byggnader?

Pågående FoU-projekt med egen inventering

- Undersökning av elförbrukning i olika typer av byggnader inom Byggnadsstyrelsens område.
- Vattenåtervinning från centraltvätterier.
- Användning av små elvärmare, tilluft. Studie av styrdon för små elvärmare inkl. temperaturgivare (D Södergren)
- Olika typer av värmeåtervinningsanläggningar (Fläktfabriken)
- Projekteringshjälpmedel, handböcker (Richard Nilsson)
- Olika uppvärmningssystem. Värmepumpen som värme-genererare. (Fera)
- Joner i luft. Förändring av ventilationsanläggningar med jonisering. Ventilationsproblem. Intermittent uppvärmning. Klimat, fjärrvärme, solenergi. Dator-användning för energiberäkning (KTH)

Pågående FoU-projekt med medel från forskningsinstitutioner såsom BFR, STU m.fl.

- Provhus (energislåla) (N.E Lindskough)
- Sparhus för solenergi (D Södergren)
- Solvärmesystem för tappvarmvatten (Wahlings konstr.byrå AB)
- Programutredningar solvärme (Uhlin och Malm)
- Energibesparing med värmeåtervinning i ventilationssystem. Fältundersökning (Richard Nilsson)

FRÅGA 6

Vilka åtgärder bör vidtas för att uppnå bättre projektering av elanläggningar i byggnader ur energihushållningssynpunkt?

Angelägenhetsgrad från 0 (inte angeläget) till 3 (mycket angeläget). 00 = obesvarad

Delfrågor	Svar i %			
	00	0	1	2 3
Genom att göra "energianalyser och analys av energiekonomi ur byggherrens, kraftföretagens och landets synpunkt" som en integrerad del av projekteringsarbetet.	52	2	8	17 21
Genom att lägga större vikt på tillämpning av resultat från FoU inom ämnesområdet "energihushållning i byggnader" genom forskningsinstitutionernas försorg.	44	4	19	29 4
Genom att skaffa bättre samordning mellan olika projektörer	68	2	11	19 -
Genom att förbättra analysmetoder i samband med anläggningarnas dimensionering	49	2	15	19 15
Genom bättre uppföljning av varje projekt under såväl projekterings- som förvaltningsskedet	41	2	4	15 38
Genom bättre utbildning av tekniker vid tekniska skolor	50	4	19	19 8
Genom att lägga större vikt på yrkesinriktad utbildning inom olika företag	53	6	13	17 11
Andra åtgärder	92	2	-	- 6

Kommentarer

I genomsnitt har 51% ej svarat på frågorna. Utanför ovanstående %-tal ligger 92% som ej inlämnar "andra åtgärder". Osäkerheten är störst vad beträffar "Genom att skaffa bättre samordning mellan olika projektörer" där 68% ej alls graderat angelägenhetsgraden.

Andra åtgärder:

- Grundutbildningen bör inriktas även på drift och underhåll (KBS)
- Sammanställning av redan framtagna data, erfarenheter etc. som finns i rapporter från företag, myndigheter alt. till ett aktuellt underlag, som kan utgöra bas för tekniskt-ekonomiska utredningar och tjäna som bedömningsunderlag vid undersökning vad som kan sparas i energi inom befintliga anläggningar.
- Erfarenhetsåterföring

Åtgärder:

- Uppföljning under projekterings- och förvaltnings-skeden.
- Integrerade analyser
- Förbättrade analysmetoder
- Utbildning

ÖVRIGA SYNPUNKTER OCH FÖRSLAG

Sammanställning

- Inom vissa områden såsom belysningsstyrka, krav på temperaturnivåer m.fl. vore det konstruktivt att diskutera huruvida nuvarande ambitionsnivåer är riktiga.
- "Tvärsamarbete mellan alla berörda byggnadsfackmän har högsta prioritet."
" Allmänutbildning på t.ex. elområdet viktigt för bl.a. arkitekter (Uhlin & Malm)"
- Hela värme-, ljus-, ventilations- och balansproblematiken är viktig att prioritera.

FÖRSÖK TILL UTVÄRDERING AV SVAREN OCH DEN PROCENTUELLA FÖRDELNINGEN

Projekteringsmetodik

- Nöjaktig till bristfällig.

Konsulterna är överlag mindre nöjda än byggherrarna.

FoU om projekteringsmetodik - byggnadstyper

- Mycket angelägen för alla byggnader med undantag för enfamiljshus.

Enighet mellan byggherrar och konsulter

FoU om projekteringsmetodik - anläggningstyper

- Rumsuppvärmning
- Styr- och reglerutrustning
- Belysningsanläggningar
- Kraftdistribution
- Motordrift

Anses angelägna i ovan nämnd ordning.

Byggherrar och konsulter är i stort sett av samma uppfattning.

Forskningsområden som skall prioriteras:

- Sammanlagring av effekten - konsulter
- Metodik för samordnad energiplanering - konsulter
- Beräkning av effekt och energi - byggherrar och konsulter
- Information och utbildning - konsulter

I ovan nämnd ordning

Allmänt:

- Vissa grupper av de tillfrågade säger sig ha svårt att svara på frågor som avser andra gruppers arbete och behov, t.ex. projektörens.
- Statens industriverk välkomnar information undersökningens resultat.
- BSAB vill publicera resultatet i ELAMA-NYTT.
- AB Atomenergi svarar sålunda: "... man bör undvika direkt elvärme i sådana distrikt som förr eller senare kan bli intressanta för fjärrvärme Öppenhet för tillämpningen av nyare teknik är också till stor fördel".

MOTIV FÖR ELUPPVÄRMNING FRÅN ENERGIHUSHÅLLNINGSSYNPUNKT

Det förekommer olika typer av förluster (se fig. B2.1 som ett exempel på tre olika typer av energisystem vid uppvärmning) i samband med utvinning, bearbetning och anrikning, transport och distribution av energivaror, energiomvandling, överföring och distribution samt omvandling till värme. Verkningsgrad för varje stadium av denna energiomvandlingsprocess beräknas. Den totala verkningsgraden fås genom att multiplicera de enskilda processernas verkningsgrad.

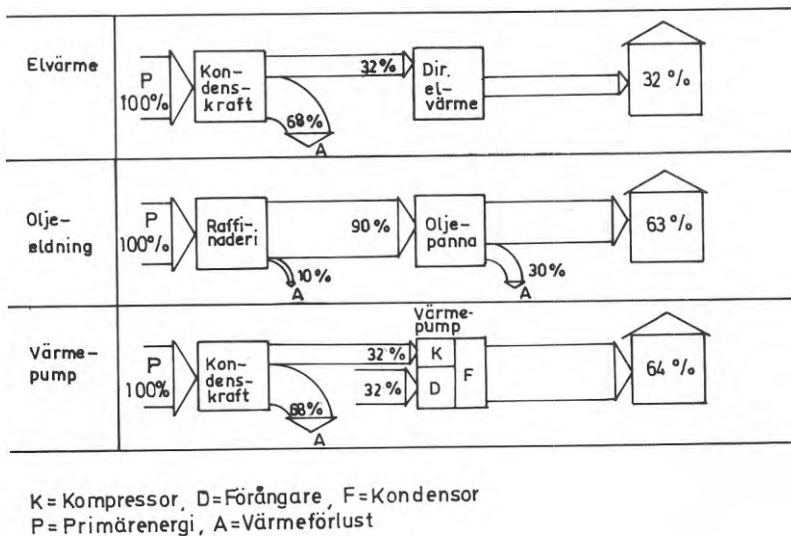


FIG. B2.1 Total verkningsgrad hos olika energisystem vid uppvärmning

Beroende på val av verkningsgrad för olika typer av delsystem och energiförvandling kan jämförelse mellan olika typer av uppvärmningssystem således ge olika resultat.

I en publicerad byggforskningsrapport (Fikri, 1975) redovisades en beräkning av totalverkningsgrad från energikällan till leveranspunkten för olika typer av uppvärmningssystem och energislag. Ett något omarbetat utdrag från denna redovisning har sammanställts i tabell B2.1.

TAB. B2.1 Totalverkningsgrad från energikällan till leveranspunkten för olika uppvärmningssystem och energislag (Fikri, 1975)

	Verkningsgrad till konsumenten %	Olja		Gas		El		
		Oljepanna 70%	Fjärrvärme 90%	Gaspanna 70%	Elvärmare 95%	El-radiator 100%	El-panna 90%	Värmepump 200%
Olja	90	63%	-	-	-	-	-	-
Naturgas	91	-	-	64%	-	-	-	-
Hetvattencentral (olja)	57	-	51%	-	-	-	-	-
Konventionell värmekraft								
- kolbaserat	32	-	-	-	31%	32%	28%	64%
- oljebaserad kondenskraft	32	-	-	-	30%	32%	28%	64%
- oljebaserat mottryckskraft	70	-	63%	-	%	-	-	-
Kärnkraft	26	-	-	-	24%	26%	23%	52%
Vattenkraft	81%	-	-		77%	81%	73%	162%

x Verkningsgrad för olika energikällor beräknas genom att studera förluster i utvinning, bearbetning och anriktning av energiråvaror, energiproduktion, överföring och distribution till konsumenten. Total verkningsgrad för oljebaserad elkraftproduktion, exempelvis beräknas enligt följande:

- Verkningsgrad efter bränsleproduktion, raffinering och transport = 90%
- Verkningsgrad av kondenskraftverk = 40%
- Verkningsgrad av överförings- och distributionssystem = 90%

$$\text{Total verkningsgrad} = (0,9 \times 0,4 \times 0,9) \times 100\% \\ = \text{c:a } 32\%$$

Den angivna verkningsgraden för värmepumpen är egentligen ett mått på dess värmefaktor d.v.s. förhållandet mellan det som fås ut i kondensorn och det som tillförs i kompressorn.

De i tabell B2.1 angivna verkningsgraderna för olika typer av energiproduktion inkluderar förluster från utvinning av energiråvaran till energiomvandling samt överensstämmer med energiprognosutredningens antagna värden. En verkningsgrad av 70% för oljepanna och 90% för fjärrvärme hänför sig till år 2000 medan verkningsgraden av energiproduktion avser dagens förhållanden.

Beräkningsresultaten visar att elektrisk rumsuppvärmning med hjälp av värmepump (med en säsongsverkningsgrad av 200%) är jämförbar med oljeuppvärmning med hänsyn till nettoförbrukning av primära energiråvaror även om denna elkraft produceras i oljekondenskraftverk. Jämför vi direktverkande elvärme med oljeeldning eller fjärrvärme och antager att denna elproduktion sker i oljekondenskraftverk så innebär detta att elvärmerna är ett klart slöseri med energiråvarorna. Emellertid är den svenska elkraftproduktion fördelat över olika typer av kraftverk och den elenergin som förbrukas för uppvärmningsändamål kan inte betraktas som producerad i en enda typ av kraftverk såsom oljekondensverk. En riktigare bedömningsgrund är att uppdelning av elvärmerna i samma proportion som den framtida fördelningen mellan olika typer av kraftverk och därefter beräkna inverkan av elvärmeförbrukningen på landets energibalans.

TAB. B2.2 Fördelning av elenergi mellan olika produktionssystem år 2000 (EPU 1974)

Produktionssystem	År 2000							
	Alt. 1		2		3		4	
	Twh	%	Twh	%	Twh	%	Twh	%
Vattenkraft	65	16,5	65	21,7	65	23,6	65	31,7
Kärnkraft	295	74,6	55	18,3	185	67,3	53	25,8
Kraftvärme med industriellt mottryck	30	7,6	48	16,0	20	7,3	39	19,0
Oljekondens	5	1,3	130	43,3	5	1,8	45	22,0
Gasturbiner	-	-	2	0,7	-	-	3	1,5
Pumpkraft	-	-	-	-	-	-	-	-
Totalt	395	100,0	300	100,0	275	100,0	205	100,0

Den prognoserade fördelningen av elproduktion för oliak typer av kraftverk år 2000 framgår av tabell B2.2. Utgående från att varje kWh som förbrukas i direktverkande elradiatorsystem produceras i olika typer av kraftverk enligt ovan har totalverkningsgrad för detta uppvärmningssystem beräknats och resultaten sammanställts i tabell B2.3. För varje kWh elvärmeenergi skulle enligt alt. 1 t.o.m. 4 förbrukas 0,15 kWh, 1,6 kWh, 0,16 kWh resp. 1,01 kWh primärenergi i form av olja. Motsvarande förbrukning av olja för varje kWh oljevärmeenergi i egen panna skulle bli 1,59 kWh och för fjärrvärme 1,96 kWh.

TAB. B2.3. Inverkan av direktverkande elvärmesystem på behov av primära energiråvaror

Produktionssystem	Behov av energiråvara i kWh för varje Kwh elvärmeenergi			
	Alt. 1	2	3	4
Vattenkraft	0,20	0,27	0,29	0,39
Kärnkraft	2,87	0,70	2,59	0,99
Mottryckskraft (olja)	0,11	0,23	0,10	0,27
Kondenskraft (olja)	0,04	0,15	1,35	0,16
		1,60	0,06	0,69
Gasturbiner (olja)	-	0,02	-	0,05
				1,01

Beräkningarna visar klart att även i det sämsta fallet då 43,3% av all elenergi produceras i oljekondenskraft och 16,0% i kraftvärmeverk med industriellt mottryck skulle elvärmens oljeförbrukning i primära energiråvaror bli lika den för oljeuppvärmning i egen panna men lägre än den för fjärrvärme. Ifall utvecklingen av det svenska produktionssystemet sker enligt alt. 1, 3 eller 4 är en satsning på elvärme en energihushållningsåtgärd av stor betydelse.

I den föregående analysen antages att oljepannans verkningsgrad är 70% och den totala verkningsgraden för oljeuppvärmningssystemet är 63%. Om den prognoserade verkningsgraden av 70% inte kan uppnås i verkligheten blir elvärmens ett oljebesparande alternativ i jämförelse med oljeuppvärmningen för alla tänkbara produktionssystem för elenergin. Antager vi vidare att en viss del av uppvärmningen kommer att ske medelst värmepump blir elvärmealternativet ännu mer oljebesparande.

Det bör också poängteras att elvärmda hus i regel har utförts med bättre isolering än oljevärmda husen. Den specifika energiförbrukningen i elvärmda hus är nästan 30-35% lägre än i oljevärmda hus. Bara den jämförelsen gör att elvärmen hittills varit energisnål eftersom totalt sett förbrukas mindre energi i elvärmda hus. Tas hänsyn till denna aspekt av energiförbrukning innebär det att de i tabell B2.1 angivna värdena för olika uppvärmningssystemers totalverkningsgrad måste revideras för elvärmealternativen. Exempelvis vid 10, 20 resp. 30% lägre energiförbrukning i ett hus med direktverkande radiatorer (i förhållande till ett oljeuppvärmt hus) skulle den jämförbara totala verkningsgraden för elvärme bli c:a 36%, 40% resp. 46% ifall all denna energi produceras i oljekondenskraftverk. Tas även hänsyn till fördelning av denna energi över olika kraftverk blir bilden helt annorlunda. En satsning på elvärme enligt detta betraktelsesätt är klart en satsning på energihushållning.

Den föregående analysen visar att elvärmen från energihushållningssynpunkt kan motiveras. Det framgår också att det ovan angivna beräkningsarbetet baseras på uppgifter om de olika uppvärmnings- och elkraftproduktionssystemens verkningsgrader. Olika utgångsvärden kan ge helt andra resultat. Det är önskvärt att genom mätningar och andra bedömningar framtaga pålitligare uppgifter om de olika uppvärmningssystemens totalverkningsgrad.

Uppvärmning har utpräglad kort utnyttjningstid, c:a 2400 timmar per år. Ser man på uppvärmningsbehovet för landet i stort torde den sammanlagrade utnyttjningstiden bli längre. Detta skulle göra eluppvärmningen något mera berättigad ur nationalekonomisk synpunkt. Det har dock uttryckts farhågor att en utökning av eluppvärmningen kan leda till en tillbrantning av landets konsekutiva konsumtionskurva med en ökning av den oljeproducerade kraften som följd. Dessa farhågor torde vara överdrivna eftersom det enligt tidigare utredningar (ERA 1973:4, Väg- och Vattenbyggaren 1975:10) beräknats att den tillkommande elvärmebelastningen till åtminstone 90% kommer från de nytillkomna kärnkraftverken och endast 10% från oljeeldade värmekraftverk.

Ett ytterligare motiv för eluppvärmning är när produktionsapparaten för elektrisk energi är överdimensionerad. Det kan den bli när man har en felaktig prognos för elförbrukningen eller när man bygger ut produktionsapparaten med viss framförhållning med målet att exempelvis 1985 har överensstämmelse mellan prognos, verklighet och produktionsapparat.

BILAGA 3FÖRTECKNING ÖVER BEFINTLIGA DATORPROGRAM FÖR ANALYS
AV BYGGNADERS ENERGIFÖRSÖRJNING

Sammanställning av datorprogram som kan användas som hjälpmedel vid projekteringen.

Inventeringen har skett fram till maj 1975 och baserar sig bland annat på förfrågan hos olika företag samt "Byggdel: Byggnadstekniska datorprogram, rapport 1974:1". I den mån uppgifter om data, programspråk och ev. minuskapacitet förelegat har dessa införts i tabellen.

BELYSNING

Program-namn	Funktion	Program-språk	Dator (erford. minneskapacit.)	Upplysningar om programmet lämnas
	Beräkning av belysningsfördelning i ett rum.	Algol	-	Institutionen för uppvärmn. och ventilationsteknik, G Brown, E. Isfält KTH 100 44 Stockholm, 08/23 65 20
	Analys av fönsterkombinationers optiska egenskaper	Algol	IBM 360/75	dito
BZ	Beräkning av belysningsstyrka och bländtal	Fortran IV	" "	Wahlings Installationsutveckling T Rosenthal, L Råntilä Box 1, 182 11 Danderyd 1, 08/753 02 55.
LIGHT	Beräknar layout av specificerad belysningsarmatur för att upprätthålla en specificerad belysningsnivå i ett rum med givna dimensioner och olika aktiviteter i rummet.	Fortran	Bull-GE	Honeywell Bull, I Nettelbrant Box 23137, 104 35 Stockholm 08/24 66 20
	Inomhusbelysning - Datorstudium av belysningskvaliteter.	-	-	Institutionen för elektrisk anläggningssteknik, S Rusck, A Ottosson KTH, 100 44 Stockholm 08/23 65 20

ELDISTRIBUTION

B 902	Belastningsfördelning i elektriska nät.	Fortran	Honeywell H6060	Industridata AB, P.A Liljeqvist Fack, 171 20 Solna 1 08/98 03 50
F1170, F1171	Radiella nät	-	-	dito
KR 63	Kraftbalans	-	-	dito
	Beräkning av analys av radialnät	Fortran	-	AIB, A Wannerberg, Box 5511, 114 85 Stockholm, 08/63 00 20

ELDISTRIBUTION forts.

Programnamn	Funktion	Dator	Upplysningar om programmet lämnas av:
VAST 2 ELNT 3ü	Programmet är avsett för undersökning av den tekniska kvaliteten hos i första hand radiella men även maskade distributionsnät		Kungliga Tekniska Högskolan Institutionen för Elektrisk anläggningsteknik, Stockholm
VAST 3 B 1020	Eldebitering		AB Skandinaviska Elverk Box 3118, Stockholm
VAST 5 EFI - TR nr 1152 type 2	Beräkning av lämpligaste konstant- spänningspunkt i nät med komponderad spänningsreglering		Centrallaboratoriet, EFI, Gløshaugen, Trondheim, Norge
VAST 7 TROPT	Beräkning av transformatorers förlust- och kapitalkostnader, temperaturför- hållanden m.m.		AB Skandinaviska Elverk, Box 3118, Stockholm
VAST 8 S 15265	Beräkning av transformatorers temperatur, förluster och åldring vid varierande belastning.		Industridata AB, Fack, Solna 1
VAST 9 B 629	Värdering av reaktiv kompen- sation med kondensatorbatterier.		Stockholms Elverk, Fack, Stockholm 19
VAST 10 EL 008 f d ELNT 08	Bestämning av ekonomiskt optimal dimensionering av komponenter i distributionsnät i tätortsområden, företagsområden med "öppen" byggnads- plan.		Industridata AB, Fack, Solna 1
VAST 11 ELNT 21 f d ELNT 11	Bestämning av ekonomiskt optimal dimensionering av komponenter i distributionsnät i tätortsområden, med "sluten" byggnadsplan.		Ångpanneföreningen (Elverkssektionen) Box 783, Stockholm 1.
VAST 12	Ekonomisk optimering av utbyggnader.		Gløshaugen, Trondheim, Norge

ELDISTRIBUTION forts.

Programnamn	Funktion	Dator	Upplýsingar om programmet lämnas av:
VAST 13	Optimal långtidsplanering av distributionsnät		Kungl. Tekniska Högskolan, Institutionen för Elektrisk anläggningsteknik
VAST 14	Beräkning av ekonomisk förtidsutbyggnad i distributionsnät		Kraftdata AB, Box 3118, Stockholm
VAST 15 EL 002 och EL 003	Beräkningar vid värdering av el-distributionsanläggningar enligt SEF H 16/68		Ångpanneföreningen, Box 783, Stockholm 1 och Svenska Elverksföreningen, Box 6405, 113 82 Stockholm
ELDEBITERING		DATASAAB D22	Industridata AB, Fack, 171 20 Solna, 08/980350
R 34020 Mosta	Transienta förlopp i trefasnät med roterande maskiner	HONEYWELL 600	"
B 1026/R 34030	Maskade kraftdistributionsnät	GE G 635	"
F 1930 ELNÄT	Kontroll, övervakning och planering	DATASAAB D 22	"
B 1021	Felströmmar i elektriska nät	DATASAAB D 22	"
B 902	Belastningsfördelningar i elektriska nät	DATASAAB D 22	"

VENTILATION

Program namn	Funktion	Programspråk	Dator (erford. minneskapacit.)	Upplysningar om programmet lämnas
9005	Beräkning av inblåsningssystem för konstant statiskt tryck	Fortran IV		Paul Peterssons Konstruktionsbyrå, T Christiansson, I Eneborg, Dalagatan 61, 113 43 Stockholm, 08/24 37 30
LK 002	Luftkanaldimensionering	Fortran IV	150 K	Svenska Fläktfabriken AB L Noren, Box 20040, Stockholm 08/23 83 00/214
TAVGR	Totalavskiljningar vid två cykloner i serie	Fortran IV	1152 bytes	AB Bahco Ventilation, Utvecklingsavd. P-O Höglund 199 01 Enköping 0171/332 00
FUKA 0001	Beräkning av till- och från-lufts-system	Fortran IV	overlay	dito
VENT	Beräkning av ventilationssystem			K-Konsult, T Tagél Fack, 103 10 Stockholm 2 08/24 56 20
KANALZON	Beräkning av ventilationssystem för konstant statiskt tryck	Fortran IV		Wahlings Installationsutveckling T Rosenthal, L Röntilä Box 1, 182 11 Danderyd 1 08/753 02 55
BEST	Beräkning av spjäll och tryckfall			Industridata AB, Fack 171 20 Solna, 08/980350
LK 003	Dimensionering av kanalsystem			Sv. Fläktfabriken AB, Box 20040, Stockholm 08/238300
LK 044	Beräkning av system för variabelt luftflöde.			"

KLIMAT

Program namn	Funktion	Program-språk	Dator (erford. minneskapacit.)	Upplysningar om programmet lämnas
LK 015	Rumstemperaturberäkning	Fortran IV	Hämförande sig till CDC-serien (oktalt) 130K	Svenska Flåktfabriken, L Nord Box 20040, Stockholm 08/23 83 00/214
LK 012	Kyl- och värmebehovsberäkning	Fortran IV	150K	"
BMLD	Värme- och kylbehovsberäkning	Fortran IV	(overlay)	AB Bahco Ventilation, Utvecklingsavd. P-O Höglund, 199 01 Enköping, 0171/332 00
KBVHS	Beräkning av kylbehov i varuhus Beräkning av rumstemperatur samt kyl- resp. värmeeffektsbehov	Fortran IV Delvis maskin kod	10594 bytes TRASK	" Institutionen för uppvärmningsventilationsteknik G Brown, KTH 100 44 Stockholm 08/23 65 20
	Beräkning av rumstemperatur	Fortran IV	IBM 7044	Institutionen för värmeteknik, C Allander, E Abel, KTH 100 44 Stockholm, 08/23 65 20
	Beräkning av rumstemperatur samt kyl- resp. värmeeffektsbehov.	Algol	SAAB D 21	Richard Nilssons Konstruktionsbyrå AB, CH. Luhr, Box 14046 400 20 Göteborg 14 031/81 04 60
	Beräkning av solläge och solstrålningsintensitet	Algol		Institutionen för uppvärmningsventilationsteknik, G Brown E Isfält, KTH, 100 44 Stockholm 08/23 65 20
	Beräkning av rumstemperatur			Institutionen för byggnadskonstruktionslära, B Adamsson, LTH Fack 725, 220 07 Lund 7 046/12 46 00

Program-namn	Funktion	Program-språk	Dator (erford. minneskapacit.)	Upplysningar om programmet lämnas
LK 043	Analys av fönsterkombinationers optiska egenskaper Simulering av reglerförlopp Beräkning av eftervärmnings-system.			Institutionen för uppvärmningsventilationsteknik, E Isfält, KTH, 100 44 Stockholm 08/23 65 20 Institutionen för reglereteknik, Åström LTH, Fack 725, 220 07 Lund 7 046/12 46 00 Sv. Fläktfabriken AB, Box 20040, Stockholm 08/238300
<u>TEMPERATUR</u>				
CGLV	Varmluftuppvärmning, golvtemperaturer m.m.	Fortran	2558 bytes	AB Bahco Ventilation, Utvecklingsavd. P-O Höglund 199 02 Enköping, 0171/332 00
KBVHS	Beräkning av kylbehov i varuhus Beräkning av rumstemperatur	Fortran Fortran IV	10594 bytes IBM 7044	dito Institutionen för värmeteknik C Allander, E Abel, KTH 100 44 Stockholm 08/23 65 20
	Tvådimensionell stationär värme-strömning	Algol	Univac 1108	Institutionen för byggnads-konstruktionslära, B Adamsson LTH, Fak 725, 220 07 Lund 7 046/12 46 00
	Tredimensionell stationär värme-strömning	Fortran	Univac 1108	dito
	Tvådimensionell icke stationär värme-strömning	Fortran	Univac 1108	dito

INSTALLATIONSAPPARAT

Program-namn	Funktion	Program-språk	Dator (erford. minneskapacit.)	Upplysningar om programmet lämnas
LK 022	Dimensionering av och energianalys i 2-rörs induktions-system.	Fortran IV	Hänföra sig till CDC 6000-serien (oktalt) 150K	Svenska Fläktfabriken AB, L Nord, Box 200 40 Stockholm 08/23 83 00/214
LK 042	Dimensionering av och energianalys i 4-rörs induktions-system eller lokaler efter- värmingssystem	Fortran IV	dito	dito
AC 110	Dimensionering och val av SF:s standardbatterier för kall-vatten.	Fortran IV	40K	dito
AS 120	Dimensionering och val av KDD-aggregat eller enstaka KDD-komponenter	Fortran IV	80K	dito
AS 131	Optimering av kylkretsen	Fortran IV	40K	dito
R 22002	Värmeväxlare			Industridata AB, P.A Liljeqvist Fack, 171 20 Solna 1 08/98 03 50
R 22022	"			
KAVAT	Värmeåtervinning i batteripar	Fortran IV	45211 bytes	AB Bahco Ventilation, Utvecklingsavd., P-O Höglund 199 01 Enköping 0171/332 00
VERB	Värmeeffekt och radiator-beräkning	Fortran		K-Konsult, T Tagél, Fack, 103 10 Stockholm 2, 08/24 56 20
CISTE	Dimensionering av cisterner. Kostnadsoptimering av cylindrisk mantel	Fortran	IBM 1130 32K	Sikob AB, A Mellgren, Ankdamms-gatan 5H, Solna, 08/82 03 50
	Cimulering av hisstrafik			Asea-Graham, W Weinberger, Box 405, 172 04 Sundbyberg 08/29 04 00

RÖR

Program-namn	Program-beskrivning	Program-språk	Dator (erford. minneskapacit.)	Upplysningar om programmet lämnas
R 22003	Strömningsfördelning i fjärrvärmenät	Fortran	Honeywell H 6060	Industridata AB, P.A Liljevist, Fack, 171 20 Solna 1 08/98 03 50
HCROSS	Hardy Crossmetoden		Univac 1106/1107	Univac Data Centre, G Rinander, Västberga Allé36 126 30 Hägersten
RAD 2	Beräkning av 2-rörs värme-system			K-Konsult, T Tagél Fack, 103 10 Stockholm 2 08/24 56 20
	Beräkning av enrörs värme-system	Fortran IV	IBM 7044	Fellingsbro Verkstäder Fellingsbro 0589/205 00
	Beräkning av värmeavgivning från rör i bjälklag eller mark	Fortran IV	IBM	Hug Theorells Ingenjörbyrå AB T Örnulf Box 12028, 102 21 Stockholm 08/24 50 20
RÖRZON	Beräkning av tryckfall och förinställningsvärden i rörsystem	Fortran IV	IBM 370/75 QZ	Wahlings Installations- utveckling, T Rosenthal, L Råntilä, Box 1, 182 11 Danderyd 1 08/753 02 55
TAPPV	TAPPVATTENSYSTEM, beräkning och dimensionering			Industridata AB, Fack 171 20 Solna, 08/98 03 50
R 02004	Strömningsfördelning i rörnät		"	"

ÖVRIGA TEKNISKA BERÄKNINGAR

Program-namn	Funktion	Dator (erford. minneskapacit.)	Upplysningar om programmet lämnas
R 1200 L KALDAS	Simulering av hisstrafik	GE-635	Asea-Graham, W Weinberger, Box 405, 172 04 Sundbyberg 08/29 04 00
R 12004 ECAP	Simulering	GE GE-635	"
R 03001 FLAP	Analys av eltekniska kretsar Fältberäkning i tvådimensionell geometri	GE G 635	"
R 02016 ALEXANDER	Elektriska el termiska fält	"	"
R 02001	Tvådimensionella potentialfält	"	Industridata AB, Fack 171 20 Solna, 08/98 03 50

BILAGA 4PÅGÅENDE FoU INOM ÄMNESOMRÅDENA ENERGIMÄTNINGAR
OCH METODUTVECKLING

Denna bilaga utgör en förteckning av FoU-projekt inom ämnesområdet som bedrivs med anslag från BFR, STU m.fl. Denna förteckning avser perioden 1975-76

Bäckström, B

Underlag för PFE-78 - Programelement 04 värmepumpsystem.

Uhlin & Malm Arkitektkontor AB, Engström, L

Underlag för PFE 78, Delprogram Solvärmesystem och energilagring

EFEM, Eek, H

Tillämpad energi - och resursbesparing i ett småhus. Genomförandeproblem i arbets- och projekteringsprocessen.

Företagsekonomi, Stockholms universitet, Selmer, J
Ekonomiska kalkyler för värdering av energibesparande åtgärder inom byggnadssektorn

Uppvärmnings- och ventilationsteknik, KTH, Peterson, F
Riktad operativ temperatur

Uppvärmnings- och ventilationsteknik, KTH, Peterson, F
Programplan för PFE-78-programelement 02-byggnad och inre försörjningssystem.

SIND, Jung, H

Energiprognosmodell för Sverige - datakörningar.

Tyren AB, Sven, Lindskoug, N

Energiförsörjningsalternativ i ett längre perspektiv - lokalkomfort.

Maskinkonstruktion, Högskolan i Luleå, Dahl, J

Utvärdering av klassrumsventilation vid Lombolskolan i Kiruna.

Husbyggnad A, CTH, Kiessling, K

Energibesparing i befintlig bebyggelse. Fasaden som solfångare - värme i luftspalt.

Theorells Kontroll AB, Naumburg, C

Kostnader för justering av luftflöden i ventilationsanläggningar.

Sveriges Mekanförbund, Wahlberg, T

Inventering av utförda energibesparingsåtgärder inom verkstadsindustrin.

Ernström Modulent AB, Harrysson, C

Energisnålare småhus.

Inst. för elektrisk anläggningsteknik, KTH, Bubenko, J
Inverkan av värmepumptillämpningar på kraftsystem -
planering och drift.

Centralkonsult AB, Milton, G
Dataförsörjning för kalkylering i projekteringsprocessen.

Inst. för transportteknik, LTH, Fernvall, L
Energianalys av byggmaterialtransporter.

Elektriska Prövningsanstalten AB, Hökfelt, S
Förplanering av FoU inom området belysning-seende.

Inst. för byggnadsteknik, KTH, Höglund, I
Solenergi och byggnader.

Inst. för fysikalisk kemi, KTH, Wettermark, G
Solenergi och byggnader

Västbo-Villan Smålandsstenar AB, Lundén, R
Värmepump med effekutjämningsystem

Hans Hedlund & Co AB - Elektrokonsulter, Käll, G
Elförbrukningskalkyler, Anvisningar för beräkning av el-
förbrukning inom byggnader.

Statistiska Centralbyrån, Uppdragscentralen, Rosberg, G
Specialbearbetning av IDLA-registren, etapp 1, energifrågor

Avd. för jordbrukets byggnadskonstruktion, Lantbrukshög-
skolan, Henriksson, R
Energibesparande värmeisolering.

AB Östgöta Byggen, Törnebeck, G
Solenergisystem för ett radhusområde.

SMHI, Rodhe, B
Strålningsklimatologiska data för undersökningar rörande
användning av solenergi i Sverige.

AB Bahco Ventilation, utvecklingsavd., Olingsberg, R
Energisnålt ventilationssystem för verkstäder, baserat på
delplacerande strömning.

Inst. för installationsteknik, CTH, Abel, E
Systematisk undersökning av rumstemperaturen i befintliga
byggnader.

Hugo Theorells Ing.byrå AB, Holmberg, J
Solvärmeprojekt i Sverige 1976 - översikt.

Avd. för husbyggnad, CTH, Kiessling, W
Energiinriktad forskning, Ramprogram.

Energisystem Projekt AB, Nyberg, U
Värme- och klimatmätning i lägenheter, Kritisk studie av huruvida individuell värmekonsumtion kan mätas på ett rättvist sätt.

Institutet för byggdokumentation, Stern, A
Datorbaserad energiinformation.

E Larsson Byggnadsbyrå i Göteborg AB, Forsaeus, G
Årskostnadskalkyler, Metoder för årskostnaders beaktande i utrednings- och projekteringsarbetet.

Malmö Byggledare AB, Söderberg, J
Produktkalkylering i byggprocessen, Kostnadsstruktur och kalkylsäkerhet.

AB Jacobson & Widmark, Holmlund, U
Integrerat redovisningssystem för investeringskostnader.

HAHAB, Hans-Ancker Holst Arkitektkontor AB, Holst, H-A
Årskostnader i byggnaders förvaltningsskede, Byggnader för kommunala verksamheter.

KTH, Formlära, Ryd, H
Belysning i arbetsmiljö, Strukturering av planeringsunderlag.

CTH, Byggnadsteknik I, Larsson, L-E
Värmeisolering av plasthallar, Etapp II.

AB Bacho Ventilation, Aurenus, D
Metodik för beräkning och dimensionering av värmeväxlare medium/luft samt mellanvarande energibärarsystem mellan ett stort antal energiupptagare i frånluften till ett stort antal energiavgivare i tilluften

Richard Nilsson Konstruktionsbyrå AB, Abrahamson, T
Energibesparing med värmeåtergivning i ventilationsanläggningar.

LTH, Byggnadsteknik, I, Andersson, A
Tilläggsisolering, Köldbryggor, fukt, rörelser och beständighet

KTH, Värme- och ugnsteknik, Collin, R
Takvärme, kritisk jämförelse med andra system för lokaluppvärmning

LTH, Byggnadskonstruktionslära, Adamson, B
Termostatventilers funktion och betydelse för energiförbrukningen i bostadshus.

CTH, Tillämpad termodynamik och strömningslära, Frössling, N
Värmekällros inverkan på strömning och temperaturfördelning i ventilerade lokaler.

CTH, Husbyggnad, Wilhelmsen, A-M
Användning av solskydd för fönster i energibesparande syfte, Bearbetning av mätningar från CTH fältstation i Fiskebäck.

KTH, Husbyggnad, Hidemark, B
Programutredning om ekologihus med särskild tonvikt på energifrågor.

Stiftelesen för industriellt och ekologiskt byggeri, Andersson, S
Energiekonomiskt och resurssnålt byggande, demonstration av en systemlösning

Kommunernas Konsultbyrå i Göteborg, Kasza, A
Eldningskostnader och lönsamhetsgränser vid eldning med olika oljekvaliteter i befintliga panncentraler.

Inst. för uppvärmnings- och ventilationsteknik, KTH, Peterson, F
Intermittent uppvärmning.

Järnefors, U
Lönsamhetskalkyler enligt system ACGP, Tillämpnings-exempel: Energisparande åtgärder.

Wahlings INStallationsutveckling AB, Weström, A
Solvärmesystem för tappvarmvatten, Etapp I.

Inst. för installationsteknik, CTH, Bäckström, B
Utnyttjande av lågvärdig värme för uppvärmning med varmt tak.

Inst. för stadsbyggnad, LTH, Hultgren, B
Resursbesparande byggande, samarbetsprojekt i anslutning till det "Sydbaltiska huset".

Inst. för byggnadsfunktionslära, LTH, Boalt, C
Resursbesparande byggande, samarbetsprojekt i anslutning till det "Sydbaltiska huset".

Inst. för byggnadskonstruktionslära, LTH, Adamson, B
Resursbesparande byggande, samarbetsprojekt i anslutning till det "Sydbaltiska huset".

Inst. för teknisk vattenresurslära, LTH, Sunderberg, L
Resursbesparande byggande, samarbetsprojekt i anslutning till det "Sydbaltiska huset".

Inst. för värme- och kraftteknik, LTH, Torisson, T
Resursbesparande byggande, samarbetsprojekt i anslutning till det "Sydbaltiska huset".

Orrje & Co AB, Davin, B
Årskostnader i byggnaders förvaltningsskede, Variationer mellan byggnader i olika verksamheter.

Sevenco AB, Heap, A
Organisationsmodeller och beslutsgång i kostnadsstyrd projektering.

Inst. för mekanisk värmeteori och kylteknik, KTH, Kraft, H
Värmevärmepumpar för bostadsuppvärmning, Komponent- och
systemstudier.

Inst. för mekanisk värmeteori och kylteknik, KTH, Granryd, E
Villvärmevärmepump med regenerativ förångningsprocess.

SBEF, Jacobsson, S
Byggproduktionens energiprofil

Inst. för byggnadsplanering/arkitektur, CTH, Ågren, L
Energianvändning i flerfamiljshus

Inst. för uppvärmnings- och ventilationsteknik, KTH, Isfält, E
Effekt- och energibehov för byggnaders klimatisering,
Beräkningsunderlag

Inst. för byggnadskonstruktionslära, LTH, Adamson, B
Program för radiatortermostatventilers funktion och
energibesparande.

Theorells Kontroll AB, Naumburg, C
Riktlinjer för inreglering av luftmängder i ventilations-
anläggningar.

Inst. för byggnadskonstruktionslära, LTH, Adamson, B
Mätcentraler för energistudier.

Inst. för byggnadskonstruktionslära, LTH, Olsson, A
Energibesparing i befintliga flerfamiljshus genom byggnads-
tekniska åtgärder.

Inst. för byggnadskonstruktionslära, LTH, Adamson, B
Vidareutveckling av energidatorprogram för småhus

Inst. för byggnadsteknik, KTH, Höglund, I
Byggnadstekniska och installationstekniska åtgärder för
energibesparing i äldre byggnader.

HSPs Riksförbund, Nilsson, S
Förbrukning av vatten i lägenheter med och utan indi-
viduell varmvattenmätning.

Inst. för byggnadskonstruktionslära, LTH, Jensen, L
Energianvändning och energianvändning och energibesparing
i Malmö

Energicentrum, KTH, Bubenko, J
Värmevärmepumpanläggningar - förslag till FoU

Energicentrum, KTH, Höglund, I
Solenergi i Byggnader

Inst. för byggnadsteknik, KTH, Höglund, I
Solenergi och byggnader

Hugo Theorells Ing.byrå AB, Wahlman, E
Lågtemperatursystem (70^o-50^o) inom existerande byggnader.

Avd. för byggnadsteknik I, LTH, Kronvall, J
Värmeisoleringsförmåga och vindtäthet. Energisnål dimensionering och provning av ytterkonstruktioner

Sven Tyrén AB Lindskoug, N-E
Programutredning; Provhus för samordnad FoU avseende energisnåla hus.

Inst. för uppvärmnings- och ventilationsteknik, KTH,
Peterson, F
Kostnader för varmvattenberedning med hjälp av solenergi

Ohlsson, A
Belysning i storrumskontor. Inventering och värdering av arbetsorienterad belysning.

Statens Naturvårdsverk, Hovenius, G
Enfamiljshusets avfalls- och energiproblem. En förstudie.

Adamson, B
Utarbetande av rapport rörande Bollnäs- och Tensta-mätningar.

LA-gruppen, Florgård, C
Handlingar för drift och underhåll

Inst. för uppvärmnings- och ventilationsteknik, KTH,
Isfält, E
Simulering och optimering av solvärmesystem.

Arne Johnson Ingenjörbyrå AB, Jonsson, J E & Sjölund, J
Metod för värdering av energibesparande åtgärder i byggnader.

VVS-tekniska föreningen, Svennberg, S
Mall för bedömning av kostnader för installationer

Inst. för husbyggnad, CTH, Kiessling, W
Energibesparing - Bullerminskning i befintlig bebyggelse

AB Östgötabyggen, Törnebeck, G
Lågenergihus. Undersökning och praktiskt försök med solenergi för villor.

Hugo Theorells Ingenjörbyrå, Holmberg, J
Litteratursammanställning solenergi-solvärme

Munthers Ingenjörbyrå AB, Munther, K-E
Mätningar i tre energiforskningsprovhus i Östersund

Avd. för stadsbyggnad, LTH, Olsson, C-H
Sydbaltiska huset - samordning och programarbete

Inst. för elektrisk anläggningsteknik, KTH, Bubenko, J
Energisystemanalys - behov av simulering och utvärdering

Sydsvenska Kraftaktiebolaget, Norbäck, K
Värmepumpsinstallation i kontorsbyggnad, Energimätningar.

Sten Olssons Ing.byrå AB, Pierre, R
Värmeåtervinning inom småhus, Energimätning.

DALAB Installationsberäkningar AB, Rosenthal, T
Val av värmesystem

EUROC AB, Morawetz, E
Mätning av energiförbrukning i ett lågenergihus.

Inst. för installationsteknik, CTH, Ljungman, H
Försöksanordning för vörvärmning och kylning av ventilationsluft

Sydsvenska Kraftaktiebolaget, Norbäck, K
Värmepumpsinstallationer i två befintliga villor med konventionell oljepanna och vattenradiatorer, Luft-vatten-system.

Sydsvenska Kraftaktiebolaget, Norbäck, K
Värmepumpsinstallation där marken utnyttjas som värmesänka, Vatten-vatten-system.

Inst. för byggnadsteknik, KTH, Brosenius, H
Provhus för praktisk utformning av energisparande värmesystem.

AB Norrlands Byggtjänst, Jonsson, J-Å
Kartläggning av energikrävande åtgärder vid vinterbygge.

Inst. för uppvärmnings- och ventilationsteknik, KTH, Peterson, F
Ändringar i kanalers täthet.

Inst. för uppvärmnings- och ventilationsteknik, KTH, Peterson, F
Försmutsning av ventilationssystem

Inst. för byggnadskonstruktionslära/reglerteknik, Jensen, L H
Datorreglering av klimatprocesser.

Sveriges Trähusfabrikers Riksförbund, Adamson, B
Lågenergiprojekt för småhus.

Inst. för stadsbyggnad, KTH, Henriksson, H
Energiaspekter på stadsbyggandet. En problemöversikt.

Hugo Theorells Ingenjörbyrå, Hans Hedlund & Co AB,
Hedberg, P O
Beskrivningsexempel för styranläggningar inom byggnader
(remissförfarande och utvärdering, justering).

Statens råd för byggnadsforskning
Programutredning - provhus för samordnad FoU avseende
energispåverkan hus.

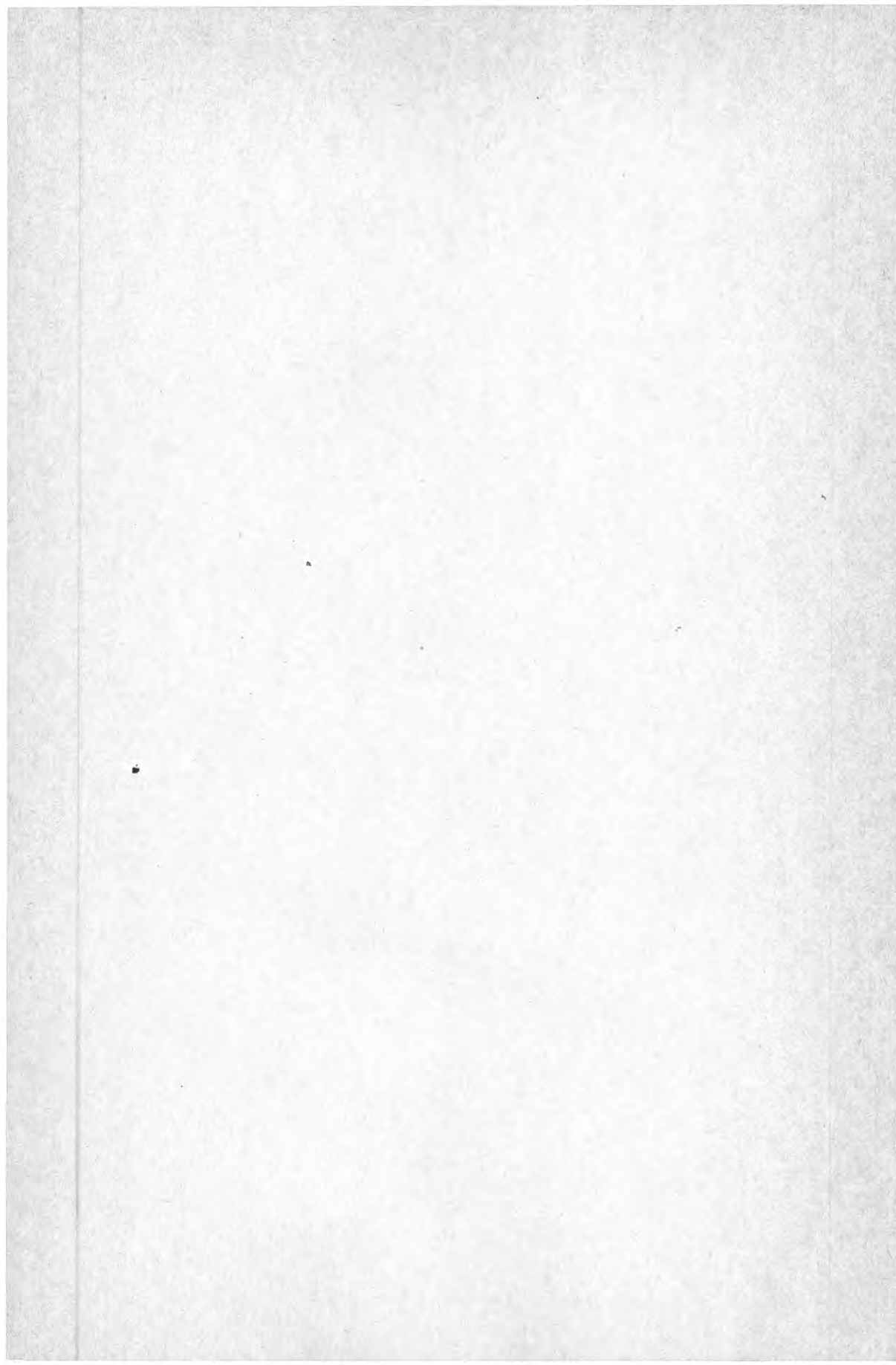
Civ.ing. Leif Petré
Solenergiupptagning medelst speglar och ackumulering
av energin under längre tidsperioder (1-6 månader)

Lantbrukshögskolan, Inst. för Lantbrukets byggnadsteknik
Prototyp för värmepump lämplig att användas i djur-
stallar

AB ATomenergi
Utveckling av elektrisk varmvattenberedare i plast,
med ny produktionsteknik

Sven Hedly
Värmeåtervinning från avloppsvattnet med hjälp av
värmepump

Sven Hedly
Undersökning av värmeförlusterna i Sandnarpsskolan
i Halmstad genom att koppla bort värmeförlustförseln
när fönstren öppnas.



**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 750567-9 från
Statens råd för byggnadsforskning till Hans Hedlund & Co AB,
Stockholm**

R 79: 1977

**ISBN 91-540-2772-1
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm**

**Art.nr: 6600679
Abonnemangsgrupp:
W. Installationer**

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

Cirka pris: 35 kronor + moms