

Effektiv elanvändning en modell för krav och uppföljning

Del 2 Tillämpning på delsystem elinstallationer

1	Läsanvisning	4
2	Belysning	5
2.1	Systemkrav	5
2.1.1	Tillämpningsanvisning för lokalbyggnader	5
2.1.2	Tillämpningsanvisning för flerbostadshus	6
2.2	Krav - Eleffektivitet	7
2.2.1	Tillämpningsanvisningar, innebelysning	7
2.2.2	Tillämpningsanvisningar, utebelysning	8
2.2.3	Verifiering	8
2.2.4	Kommentarer	8
2.3	Krav - Belysning under icke arbetstid	9
2.3.1	Tillämpningsanvisningar	9
2.3.2	Kommentarer	9
2.4	Krav - Dagsljusanpassad belysning	10
2.4.1	Tillämpningsanvisningar	10
2.4.2	Verifiering	10
2.4.3	Kommentarer	10
2.5	Krav - Närvarostyrd belysning	11
2.5.1	Tillämpningsanvisningar	11
2.5.2	Verifiering	11
2.5.3	Kommentarer	11
2.6	Allmänt	12
2.7	Byggregler i andra länder	12
3	Ventilation	14
3.1	Systemkrav	14
3.1.1	Tillämpningsanvisningar - lokaler	14
3.1.2	Tillämpningsanvisningar - Flerbostadshus	14
3.1.3	Kommentarer	15
3.2	Krav - Eleffektivitet	15
3.2.1	Tillämpningsanvisningar	15
3.2.2	Verifiering	16
3.2.3	Kommentarer	17
3.3	Krav - Behovsstyrd ventilation	18
3.3.1	Tillämpningsanvisningar	18
3.3.2	Verifiering	18
3.3.3	Kommentarer	18
3.4	Krav - Värmeåtervinning ur frånluften	19
3.4.1	Tillämpningsanvisningar	19
3.4.2	Verifiering	20
3.4.3	Kommentarer	20
3.5	Allmänt	21
3.5.1	Luftflöde	21
4	Kontorsapparater	22
4.1	Systemkrav	22
4.1.1	Tillämpningsanvisningar	22
4.1.2	Verifiering	22
4.1.3	Kommentarer	22
4.1.4	Allmänt	23
5	Komfortkyla	25
5.1	Systemkrav	25
5.1.1	Tillämpningsanvisningar	25
5.1.2	Verifiering	27
5.2	Allmänt	27
5.2.1	Allmänna överväganden	30

5.2.2	Exempel på alternativa kylsystem	31
5.3	Byggregler i andra länder	31
6	Pumpning	33
6.1	Krav - Eleffektivitet	33
6.1.1	Tillämpningsanvisningar	33
6.1.2	Kommentarer	33
6.1.3	Verifiering	34
6.2	Krav – Styrning och reglering	34
6.2.1	Tillämpningsanvisningar	34
6.2.2	Verifiering	34
6.2.3	Allmänt	35
7	Kyl, frys och kyl/frys-skåp	37
7.1	Systemkrav	37
7.1.1	Tillämpningsanvisningar	37
7.1.2	Verifiering	37
8	Tvätt- och torkutrustning i tvättstugor	38
8.1	Systemkrav	38
8.1.1	Tillämpningsanvisningar	38
8.1.2	Verifiering	39
9	Elvärmare i flerbostadshus	39
9.1	Systemkrav	39
9.1.1	Tillämpningsanvisningar	39
9.1.2	Verifiering	39
9.1.3	Kommentarer	39
10	Övriga elapparater	40
10.1	Motorer	40
10.2	Övrig elanvändning i lokalfastigheter	40
11	Omfördelningsberäkning inom delsystem elanvändning	41
11.1	Systemkrav	41
11.1.1	Tillämpningsanvisningar	41
11.1.2	Verifiering	41
Bilaga 1	Kylberäkningar	
Bilaga 2	Sammanlagring av värmelaster	
Bilaga 3	Indata för omfördelningsberäkningarna	

1 LÄSANVISNING

Metodbeskrivningen i del 1 tillämpas här på elinstallationer som :

- är ett heterogent område med många olika delsystem i sig
- är delvis ömsesidigt beroende (klimatkyla)
- är delvis beroende även av andra delsystem (fönster som påverkar belysning och klimatkyla)
- är tidigare inte beskrivna på ett sådant sätt att krav kan ställas och följas upp
- saknar tidigare beskrivningar som kan vägleda indataarbetet vid energibalansberäkningar

Beskrivningen i del 2 är inte anpassad för att direkt kunna föras in i nuvarande struktur för byggreglernas krav, råd och anvisningar, utan har i denna utredning begränsats till krav och anvisningar. Kraven har formulerats så allmänt att de inte löpande ska behöva revideras, medan anvisningarna anger detaljer som på myndighetsnivå ska kunna justeras. Det kan ske antingen genom ändrade värden eller genom att kravnivån flyttas från t. ex. energiklass C till energiklass B. Syftet med energiklasserna är att dessa ska kunna användas även av byggherren för att skärpa kraven eller kommunicera sina energikrav internt i byggprocessen. De ska även kunna användas vid omfördelningsberäkningar.

Detta är ett tidigt arbetsutkast för en diskussion om metodiken i stort, för att mer konkret kunna diskutera disposition, struktur och nödvändig konkretiseringsnivå. Utredningen identifierar även vilka fördjupande utredningar som är nödvändiga framöver.

Det är alltid ett mål att förenkla, både för den som ska vägledas i arbetet för effektivare utformningar och genomföra beräkningar, eller för den som ska verifiera och följa upp. Men verkligheten är komplex och det är en balansgång mellan målet att förenkla (lägre administrativa kostnader) och nytta (relevans) som avgör slutgiltig nivå. Denna balansgång mellan kostnad och nytta kan behöva djupare analyser.

Följande beskrivning är relativt heltäckande, men vissa områden, t ex komfortkyla, behöver förstärkas. Med nedanstående beskrivning som underlag är det nu möjligt att se över vilka delar som kan förenklas ytterligare, eller approximeras på ett sätt som förenklar hanteringen. Kanske ska något tillkomma, t.ex. uttag för motorvärmare.

För att underlätta för det fortsatta arbetet lämnas också interna kommentarer och kompletterande information för olika avsnitt direkt i texten (kursiverad stil) och i egna avsnitt.

Beskrivningen nedan förutsätts kompletteras med handböcker och ”goda exempel” på möjliga lösningar. Databaserade hjälpmedel för indatahantering kan avsevärt underlätta arbetet.

På vissa områden där bra underlag finns kan lämnade data användas för att överväga nya krav och anvisningar. På andra områden kan data endast användas för grova exempel för att beskriva tänkbara nivåer och översiktligt beräkna konsekvenser.

2 BELYSNING

2.1 Systemkrav

Byggnadens belysningsbehov skall beskrivas och analyseras översiktligt i en rumsbeskrivning. I denna skall planerade belysningseffekter, drifttider och lämplig styrstrategi anges. I rumsbeskrivningen skall rum eller belysningszoner lämpliga för dagsljusstyrning särskilt anges.

2.1.1 Tillämpningsanvisning för lokalbyggnader

Dagsljusbelysta zoner indelas minst enligt anvisningarna för dagsljusanpassad belysning (avsnitt 2.4).

I angiven effekt ska även ingå driftdon och eventuella strömomformare.

I de fall kylbehovsberäkningar ska utföras bör en motsvarande tabell upprättas för sommarfallet, där reduktionsfaktorerna för dagsljusstyrningen ger kortare drifttider.

Ett exempel på en rumsbeskrivning ges i tabell 1.

Rumstyp	Antal	Yta m ²	Personer per rum	Drift- tid h/år	Styr- Strategi	Grund- ljus. 1 W/m ²	Red.- faktor 1	Extra- ljus. 2 W/m ²	Red.- faktor 1	Elåtgång kWh
Kontorsrum	10	100	1	1800	Närvaro	7	0,6	3	1	1296
Storrum zon1	3	300	15	2000		5	1	5	0,7	5100
Storrum zon2	3	300	15	2000	Dagslj+ närv.	5	0,6	5	0,7	3900
Sammtr.rum	1	35	20	2000	Närvaro	15	0,15			158
Entré	1	55	1	2600	Dagsljus	7	0,5	1	1	644
Kök	1	30	20	2000	Närvaro	7	0,1			42
Toaletter	4	10	-	200	Närvaro	10	1			20
Trapphall	1	50	-	8765	Närvaro-ljud	6	0,01			18
Hiss	1	8	-	800	Närvaro	15	1			96
System										11281

Tabell 1. Exempel på planerings- och beräkningsunderlag för belysning i kontorslokaler.

I detta exempel blir genomsnittlig energiåtgång per ytenhet ca 13 kWh/m² och utslaget på 2 600 timmar dagtid, ca 5 Watt/m². Observera att dagsljusstyrningen leder till än lägre belysningseffekt under den ljusa och solbelysta delen av året.

I tabellen har belysningsinstallationerna delats upp i två delar, grundbelysning och tilläggsbelysning. Oftast är inte belysningen uppdelad på detta sätt, men det förekommer att en mer allmänorienterad belysning kompletteras med platsorienterad belysning.

2.1.2 Tillämpningsanvisning för flerbostadshus

Byggnadens gemensamma rum beskrivs utifrån yta, belysningseffekter och styrsystem, enligt tabell 2.

Rumstyp	Yta m ²	Specifik Effekt W/m ²	Drift- tid h/år	Styrstrategi	Tids- reduktion	Elåtgång kWh	Spill- värme %
Trapphus/hall			8765				80
Entréer			8765				80
Tvättstuga			1000				20
Övriga utrymmen			200				80
Garage			8765				80
Hiss		-	8765				15
Utebelysning	Antal	Watt/st	4000				0

Tabell 2. Planerings- och beräkningsunderlag för belysning i flerbostadshus.

Följande schablonvärden används för att uppskatta tidsreduktion beroende på vald styrstrategi. Dessa värden är uppskattningar som kan avvika påtagligt för den enskilda byggnaden, men kan användas i den tidiga kalkylen.

Rumstyp	Drifttid h/år	Styrstrategi	Tids- reduktion %
Trapphus/hall/entré	8765	Ospecificerat (not 1)	40
		Dagsljusstyrning, samtliga armaturer släckta vid dagsljus	50
		Närvaro/ljudstyrning	85
Entré	8765	Dagsljusstyrning	50
Tvättstuga	1000	Närvarostyrning	50
Övriga utrymmen	200	Trappautomat	
Garage	8765	Närvaro/ljudstyrning	95
Hiss	8765	Närvaro-/aktivitetsstyrd	90
Utebelysning	4000	Dagsljusstyrning	

Tabell 3. Styrstrategier och drifttider för flerbostadshus. Källa MEBY-projektet.

Not 1. Ospecificerad styrning kan t.ex. vara en armatur per plan ständigt belyst, resterande närvaro/ljudstyrd, trappautomat i kombination med ständigt upptänt under aktiva timmar, eller andra kombinationer.

För referensbyggnadens energianvändning ansätts de i tabellen tillämpade reglersystemen och för trapphus/hallar tillämpas ljud/närvarostyrning för samtliga armaturer.

2.2 Krav - Eleffektivitet

Belysningsanläggningar skall uppfylla ett generellt krav på eleffektivitet för normala tillämpningar.

2.2.1 Tillämpningsanvisningar, innebelysning

För planerings- och beräkningsarbete används specifika effektvärden enligt tabell 4 för respektive energiklass, där referensbyggnadens elåtgång baseras på energiklass C.

Energiklass	Primära utrymmen	Extra krävande	Sekundära utrymmen
A	5	10	3
B	8	12	5
C	10	15	6
D	15	20	10

Tabell 4. Effektvärden för belysning (W/m^2) för olika energiklasser, nyproduktion och ombyggnation.

I tabell 4 angivna värden är relaterade till en belysningsanläggning som uppfyller normala programkrav för belysning. Det innebär att för belysning i garage, ligger elåtgången på halva nivån mot de värden som anges i tabellen för sekundära ytor.

Med effektvärde enligt tabell 4, avses normalt installerad effekt för ljuskälla inklusive driftdon och eventuell reglerteknik. För rum där olika belysningsmiljöer planeras genom parallella belysningssystem, avser effektvärdet samtidigt nyttjad effekt.

Med extra krävande utrymmen avses t.ex. laboratoriemiljö, butiksmiljö med stora ljusbehov, tvättstugor i flerbostadshus etc.

För en arbetsplatsorienterad belysning i arbetslokaler med hög persontäthet, kan alternativt energiklass C motsvara en grundbelysning på $5 \text{ Watt}/m^2$ och därutöver en arbetsplatsorienterad belysning på $50 \text{ Watt}/\text{person}$.

$$\text{Belysning för arbetsrum} = 5 \times \text{Area} + 50 \times \text{person} \text{ (Watt)}$$

I det fall byggnadens fasta belysning är planerad för lägre allmänljus, och den arbetsplatsorienterade belysningen installeras separat, görs därmed ett tillägg på $50 \text{ Watt}/\text{person}$.

För rum med takhöjder över 3 meter gäller energiklass D istället för energiklass C.

Trapphallar, entréer, räknas som sekundära utrymmen även i flerbostadshus.

2.2.2 Tillämpningsanvisningar, utebelysning

Ljuskällor mindre än 45Watt skall ha en ljuseffektivitet på minst 50 lm/W. För effekter större än 45W skall effektiviteten vara minst 70 lm/W. Kravet avser normala tillämpningar för nyttoljus.

2.2.3 Verifiering

Installerad effekt, inklusive driftdon, mm verifieras utifrån armaturförteckning, teknisk specifikation och antal i typiska byggnadsdelar.

Antal kvm verifieras genom planritningar.

Ljuskällor verifieras utifrån ljuskälförteckning

2.2.4 Kommentarer

Innebelysning

Föreslagna värden för tabell 4 är preliminära. Alternativt utförande för arbetsplatsorienterad belysning är en ny, inte tidigare tillämpad modell i denna typ av regelverk, men har paralleller för ventilation, apparater och klimatkyla (se kommande avsnitt). En sådan utformning bör närmre konsekvensbeskrivas och värdet $5 \text{ Watt/m}^2 + 50 \text{ Watt/person}$ är högst preliminärt och bör också studeras närmre.

Att garagebelysning kan ligga på nivån 3 Watt/m^2 (hälften av nivån enligt tabellen) konfirmeras i avsnitt 2.6.

Tabell exemplet bör utvecklas mot ett vinterfall och ett sommarfall, då detta ska användas som underlag för kyl- respektive värmebehovsberäkningar.

Generellt gäller att arbetsplatsorienterade belysningsarmaturer ofta förses med manuell ljusreglering i form av dimning eller val av uppljus/nerljus i olika kombinationer. Här krävs mer erfarenhetsvärden av hur dessa normalt är inställda under den varma och ljusa sommarperioden, respektive den kalla och mörka perioden. Detta för att ge vägledande värden för begreppet ”avser effektvärdet genomsnittlig eleffekt under arbetsdagen”. Även ”arbetsdagen” måste definieras, tiden man är på jobbet eller perioden 07.00 – 19.00 då ngn är på jobbet. Om arbetsplatserna är koncentrerade med en arbetsplats på 10 m^2 så får man ljus av varandras armaturer, vilket kanske gör att man i högre utsträckning släcker ner.

Sättet att beskriva ett krav utifrån effekt per arbetsplats kan alltså ses som en arbetshypotes i detta skede.

Gränsvärde på takhöjd för övergång till energiklass D måste utredas.

Möjligen kan en alternativ skrivning för verifiering på komponentnivå baserad på kriterier prövas och som är enklare att formulera som krav i upphandlingsskede.

Mätning på systemdelsnivå kan vara aktuellt om man avser att kompensera en sämre ventilationsanläggning med t.ex en bättre belysningsanläggning. Avses en

omfördelningsberäkning för hela elanvändningsområdet eller för hela fastigheten, sker istället mätningen enligt anvisningar för omfördelningsberäkning.

Utebelysning

Kraven på effektivitet för utebelysning baseras på STEM:s programkrav. Utebelysning ger ingen nyttig spillvärme och här kan man därför tillgodoräkna sig hela energibesparingen (till skillnad mot belysning inomhus där viss del av spillvärmen nyttiggörs som uppvärmning). Föreslaget krav klaras för de mindre effekterna med kompaktlysrör och för de större med olika ljuskällor av olika effektivitet dock inte med kvicksilverlampor. För utebelysning är det inte möjligt att ställa kraven på systemnivå, eftersom vi befinner oss utanför byggnaden. Egentligen borde inte denna belysning ingå i energibalanskalkylerna, men eftersom denna belysning matas från byggnadens fastighetsförsörjning och därmed ingår i elmätaren för fastighetsel, måste den kunna hanteras vid verifieringar av byggnadens energianvändning baserade på förbrukningssiffror.

2.3 Krav - Belysning under icke arbetstid

Belysningsanläggningar skall utformas så att belysningen är avstängd under icke arbetstid.
--

2.3.1 Tillämpningsanvisningar

Nersläckning ska underlättas genom olika tidkanaler för olika plan/arbetsplatser så nersläckning av delar av byggnad med varierande arbetstider är möjlig (t.ex. undervisningslokaler, kontor utanför ordinarie arbetstid) och genom att lämplig tidsstyrande utrustning eller likvärdigt finns installerat.

Varje sådan zon får vara högst X.000 m² och ska ha ett individuellt tidsschema.

Styrningen skall vara möjlig att förbikoppla manuellt, men inte för mer än en 4 – timmars period åt gången (gäller inte för närvarostyrd belysning).

Kravet avser byggnader med lokalytor överstigande 1.000 m².

Styrning kan utföras med tidsstyrning, passerstyrning, eller tid efter rörelsevakt inte är aktiverad.

Kravet avser inte ledljus för utrymning.

2.3.2 Kommentarer

Kraven överensstämmer med ASHRAE 90.1 – 2001.

Om upplysning anses behövas som del av säkerhetsarrangemang, kan detta ordnas genom ljud-, eller rörelsevakter.

Denna nersläckning är viktig också för att hålla nere kylbehoven sommarhalvåret.

Lämpliga max-ytor per zon bör sättas utifrån ekonomiska analyser.

2.4 Krav - Dagsljusanpassad belysning

Belysningsanläggningar i byggnader med bra dagsljusinsläpp ska utformas för dagsljusanpassning. Ljusstyrningen ska utformas med hänsyn till lämpligt avgränsade belysningszoner med skilda dagsljusförhållanden.

2.4.1 Tillämpningsanvisningar

Med dagsljusanpassad belysning avses kontinuerlig styrning så att rätt belysningsstyrka upprätthålls, alternativt att armaturerna släcks vid dagsljus över inställd nivå.

Kravet avser lokalytor/rumsenhet i en belysningszon inom 6 meter från yttervägg med en glasyta större än $y \text{ m}^2$ och med en glasandel överstigande $y \text{ m}^2 \text{ glas/m}^2 \text{ golvyta}$, samt med installerade effekter för belysning över $x \text{ Watt}$ (100?).

Dagsljusstyrningen kan ske på zonnivå, eller på armaturnivå (varje armatur har egen dagsljusanpassad reglering).

Byggnadens dagsljusanpassning bör projekteras utifrån dagsljussimuleringar med aktuella byggnadstekniska utformningar (t.ex. arrangemang för höjning av dagsljusinsläpp i byggnadens inre delar) och aktuella fönsterval.

Exempel på typiska applikationer:

- Ljusa trapphallar, om kontinuerlig belysning dagtid
- Entreér
- Foajeér
- Kontorslandskap, zoner 6 m närmast fönster
- Klassrum och undervisningslokaler med dagsljus, del 6 m närmast fönster

2.4.2 Verifiering

Typ av reglerutrustning verifieras vid byggbesiktning/funktionskontroll.

2.4.3 Kommentarer

Kraven överensstämmer med byggregler i UK.

Utredning krävs om vi med detta ska kunna ge typiska reduktionstal till tabellen tidigare. Analysen måste då beakta olika ljusinsläppsalternativ (insläppshöjder, arrangemang för att leda in dagsljus, direkt solljus kontra indirekt ljus, fasadens orientering, etc.).

En sådan utredning bör kompletteras med dagsljusmätningar för några typiska byggnader och rum.

En kostnadsanalys krävs för att kunna ge vägledning för hur små zoner ekonomiskt kan dagsljusstyras.

Möjligen är inte tekniken och kunskapen tillräckligt långt kommen för att dagsljusreglera uttalade arbetsplatsbelysningar och att man inledningsvis undantar detta delområde.

2.5 Krav - Närvarostyrd belysning

Utrymmen med högre belysningseffekter och som inte ständigt kräver belysning skall förses med närvarostyrd belysning.

2.5.1 Tillämpningsanvisningar

Kravet avser byggnader över 1.000 m².

Kravet avser utrymmen, eller delzoner, med installerade effekter över 50 Watt, samt över 5 Watt/m² och där närvarostyrning kan förväntas reducera drifttiden med mer än 600 timmar per år.

Kravet gäller inte rum/zon som styrs med dagsljus.

Nedsläckning kan ske helt eller till en lägre ljusnivå (*ljusnivå motsvarande t ex 50 % av installerade effekten*).

Styrning kan baseras på närvarostyrning i zonen, eller genom annat signalsystem (alarm, inloggning etc).

Ljusstyrningen med manuell inkoppling och automatisk släckning bör alltid övervägas.

Tidsfördröjning innan släckning ska vara inställbar och vara högst 30 minuter.

Exempel på tillämpningar: garage, lagerhallar, förråd, omklädningsrum, klassrum, lärosalar, kopieringsrum, kontorsrum, förrådsrum, kapprum, trapphallar, korridorer, affärslokaler.

2.5.2 Verifiering

Typ av reglerutrustning verifieras vid byggbesiktning/funktionskontroll.

2.5.3 Kommentarer

Med föreslagen utformning avses även enkla kontorsmoduler. IR-teknologin för ljusstyrning är idag massproducerad och kostar som komponenter för inbyggnad i t.ex. armaturer endast några tiotusentals i tillverkarledet.

2.6 Allmänt

Belysning utgör en betydande del av byggnadens elanvändning. En effektiv elanvändning baseras på bra belysningsplanering, effektiva ljuskällor och armaturer med hög verkningsgrad. Bländningseffekter och ljuskontraster påverkar inte bara ljusmiljö utan också vilka belysningseffekter som krävs för samma synuppgift. Belysningen ger inte bara ljus utan också värme. I lokaler med värmeöverskott dagtid är därför en effektiv belysningsplanering och fungerande ljusreglering avgörande för att inneklimatet ska vara gott.

Hjälpmiddel i form av programkrav för bra och energieffektiv belysning inom olika tillämpningar har utarbetats av Energimyndigheten. Bra och energieffektiva belysningsanläggningar finns väl dokumenterade och demonstrerade. Den effektivaste belysningen är den som är anpassad och orienterad (placerad) med avseende på aktuella arbetsuppgifter.

Belysningen ger inte bara ljus. Den ger också värme. I lokaler med värmeöverskott dagtid är även detta en väsentlig aspekt att beakta. Det innebär att inte bara installerade effekter ska vara låga utan även att belysning inte ska vara tänd när den inte behövs. Teknik för att reglera belysningsanläggningar utifrån närvaro eller dagsljus är utvecklad, men ännu inte väl känd eller spridd. Denna typ av ljusreglering är ändå det effektivaste sättet att hålla nere värmeöverskotten när de ändå är som störst och därför av strategisk betydelse för att åstadkomma ett bra inneklimat utan kostsamma och energikrävande kylinstallationer.

För val av ljusnivå finns nationella rekommendationer utarbetade (STEMs programkrav) samt en europeisk standard. Energieffektivitet är i detta avseende att åstadkomma önskad ljusnivå på ett effektivt sätt.

Byggnadens förutsättningar varierar, men kan också påverkas: insläpp av dagsljus, väggarnas färg, takhöjd, etc.

Typiska belysningseffekter i nya byggnader är:

Arbetsplats med platsorienterad belysning: 7-10 W/m²

Arbetsplats med allmän belysning: 10 - 12 W/m²

Krävande belysningsinstallationer, som apotek: 15 Watt/m²

Korridorer: 3 – 8 W/m²

Trapphus i kontor: 7 W/m²¹

Trapphus i flerbostadshus: 3-4

Garage: 3 W/m²¹

2.7 Byggregler i andra länder

Inom EU-projektet ENPER², har metoder för att beskriva energianvändningskraven i olika europeiska länders byggregler analyserats.

¹ Engström, G, Öhman, P. Beräkningsmodell för elenergianvändning vid fastighetsdrift i kontorsfastigheter. KTH 2001, avd för installationsteknik.

² Energy Performance of Buildings, Calculation procedures used in European Countries, www.enper.org

För belysningsanläggningar har av 18 länder åtta inga krav alls beskrivna, sju länder har fasta värden (default) för belysning som används i energikalkylerna, men som inte kan påverkas av användaren. Danmark, har t.ex. ett kortare avsnitt om energieffektivitet där konstruktören uppmanas att välja energieffektiva lösningar och lämpliga ljuskontrollerande system för byggnadens olika zoner. Rekommendationer på max installerad effekt W/m^2 lämnas för olika byggnadstyper, men inte formulerat som obligatoriska krav.

Litauen beskriver 14 olika byggnadstyper och typvärden för belysningens drifttider i dessa.

I England och Wales ställs för lokaler krav på belysning med hjälp av en s.k. ”effektivitetsfaktor” för systemet ljuskälla-armatur. Effektivitetsfaktorn ska vara större än 40 lumen/watt som medeltal för en hel byggnad. Effektivitetsfaktorn tar även hänsyn till styrning och reglering av ljuset. För bostäder är kravet uttryckt som krav på ett visst antal effektiva ljuspunkter (ljuspunkter där kombinationen ljuskälla –armatur har en effektivitetsfaktor större än 40 lumen per watt) per rum. En sådan modell ger dock ingen direkt koppling till en energibalansberäkning.

Fyra länder har detaljerade anvisningar för beräkning av belysning som del av byggnadens energikrav och som resultat W/m^2 , eller primär energi. Samtliga indelar byggnaden i zoner beroende på dagsljusförhållanden, verksamhet eller typ av belysningssystem. För varje zon beräknas sedan resultatet utifrån installerad effekt, drifttid och reduktionsfaktorer. Dessa påverkas av typ av reglersystem och dagsljusförhållanden. Ett av länderna inkluderar förutom alternativet med en fast dagsljusfaktor även en beräkningsmetodik för fördjupade dagsljusberäkningar. I kalkylerna kan man välja på grova antaganden om belysningseffekter för hela byggnaden (högt tilltagna värden) eller allt mer detaljerade beskrivningar. I detta fall måste byggnaden klara ett fast krav på byggnadens energieffektivitet (kWh/m^2) vilket innebär att ju mer elkrävande belysningslösning desto bättre måste byggnaden i övrigt vara.

I översikten påpekas risken för att denna typ av statliga regler riskerar att ge underinstallerade belysningsanläggningar, med enkel och undermålig belysning som följd. Då kommer användaren att installera egna kompletterande belysningsanläggningar efteråt. Ett sätt att eliminera denna risk är enligt rapporten använda metodiken med ett referenshus som ges samma belysningsförhållanden (luxnivåer) som i den aktuella byggnaden. Även i dessa fyra länder finns många undantag angivna (bostäder, ljusskyltar, dekorativ belysning, utrymningsskyltning, utebelysning, mobila belysningar).

Utformningen i dessa fyra länder motiverar alla effektivare ljuskällor, dagsljusanvändning och reglersystem.

3 VENTILATION

3.1 Systemkrav

Byggnadens ventilationsbehov skall beskrivas och analyseras översiktligt i en rumsbeskrivning. I denna skall planerade luftflöden, drifttider och lämplig styrstrategi anges. I rumsbeskrivningen skall rum eller zoner lämpliga för behovsstyrning särskilt anges.

3.1.1 Tillämpningsanvisningar - lokaler

För varje ventilationssystem analyseras ventilationsbehovet för anslutna rum/klimatzoner. Ett exempel ges i tabell 5.

System 1.	Yta	Personbel.	Persontid	Systemtid	$Q_{x,dim}$	$Q_{x,medel}$	R_{medel}	
	Antal	m2	per rum	h/år	h/år	m3/s	m3/s	
Kontorsrum	10	100	1	900	2600	0,11	0,06	0,56
Storrum	3	300	15	1200	2600	0,42	0,25	0,60
sammtr.rum	1	35	20	300	2600	0,2	0,0	0,2
Entré	1	55	1	2600	2600	0,0	0,0	1,0
Kök	1	30	20	50	2600	0,0	0,0	
Summa 1		520				0,70	0,36	0,52
System 2.	etc							

Tabell 5. Exempel på planerings- och beräkningsunderlag för ventilation i kontorslokaler.

Personbelastning = Rummet/zonens planerade dimensionerande personbelastning.

Persontid = Rummets uppskattade genomsnittliga personnärvaro under ventilationssystemets drifttid, t.ex. ger 70% närvaro, 8 timmar av dagens 12 timmars drift under 220 dagar 1200 timmar.

$Q_{x,dim}$ = Rummets dimensionerande luftflöde baserat på BBR avsnitt ventilation.

$Q_{x,medel}$ = genomsnittligt luftbehov under tidsperioden ventilationssystemet är i drift,

Detta kan i sin tur beräknas utifrån de tider rummet uppskattas användas i genomsnitt eller utifrån uppskattningar av genomsnittlig personbelastning.

R_{medel} = Ventilationssystemets genomsnittliga reduktionsfaktor, beräknas som kvoten mellan genomsnittligt luftflöde och dimensionerande luftflöde, enligt:

$$R_{medel} = Q_{x,medel} / Q_{x,dim}$$

R_{medel} kommer reducera byggnadens värmebehov för ventilationssystemet värmeförluster proportionellt med detta tal, förutsatt att R_{medel} är lika stor hela året och förutsatt att systemet är behovsstyrt.

3.1.2 Tillämpningsanvisningar - Flerbostadshus

Beskrivning av luftflödesbehov i flerbostadshus enligt beskrivningsmodell i anbudsunderlaget för MEBY, tabell 3.2 – 3.7 efter bearbetning läggs in här.

3.1.3 Kommentarer

Underlaget för behovsstyrning kan delvis också användas för beräkning av belysningens behovsstyrning.

Metodiken kräver en definierad anvisning för uppskattning av genomsnittlig personbelastning. Troligtvis utifrån empiriska schablonvärden. Uppföljningsstudier kommer att behövas som underlag för att vi ska veta vilka reduktionstal som är praktiskt möjliga och få fram lämpliga schablonvärden. Exemplet i tabellen är bara teoretiskt.

Detta förfaringssätt med hygienluftflöde för referensbyggnaden skiljer sig mot nuvarande konstruktion där luftflödet för referensbyggnad sätts lika med aktuell byggnad.

3.2 Krav - Eleffektivitet

Ventilationsanläggningar skall uppfylla ett generellt krav på eleffektivitet för normala tillämpningar.

3.2.1 Tillämpningsanvisningar

För planerings och beräkningsarbete används SFP-värden enligt tabell 6 för respektive energiklass, där referensbyggnadens elåtgång baseras på det för den aktuella byggnaden tillämpliga energikravet

Energiklass	FTX	FVP	F
A	0,8	0,4	0,2
B	1,6	0,8	0,4
C	2	1	0,5
D	2,5	1,3	0,8
E	3,3	1,6	1

Tabell 6. SFP-värden (kW/m³/s) för olika energiklasser.

Nybyggnad:

Krav: energiklass C för delsystem över 0,2 m³/s

Krav: energiklass D för delsystem under 0,2 m³/s och/eller drifttider kortare än < 1.800 h/år och/eller delsystem med varierande luftflöden (VAV)

Krav: energiklass E för små FTX-aggregat (< 0,05 m³/s) som har en hög temperaturverkningsgrad (> 75%).

För VAV-system avses drifttiden inom intervallet 80 – 100% av dimensionerande flöde.

(I ett diagram kan man visa att vi avser bara den del av tiden som ligger över nivån 80% av nominellt flöde så blir det enklare att förstå)

Ombyggnad:

För ombyggnad av befintliga system där tryckfallet för det externa systemtrycket/kanal-systemet överstiger 500 Pa och inte ekonomiskt försvarbart kan sänkas, gäller energiklass D.

Förtydliganden/undantag

För system med kortare drifttider än 800 h/år ställs inga krav.

För byggnader med verksamheter med höga krav på luftflöden, jämfört med hygiendimensionerade flöden, är inte energiklassningen tillämpbar och högre elanvändning kan behövas. (Kan avse t.ex. renrumsteknik i operationssalar, medicin, verkstadsindustri eller halvledarproduktion).

Kraven skall dock tillämpas för byggnader där högre luftflöden än ett hygiendimensionerat luftflöde väljs utifrån kylningsbehov beroende på byggnadens utformning (solinstrålning) och normala apparat innehav för kontor mm.

Kraven avser delsystem i byggnaden. Det innebär att alla fläkt-/aggregatsystem omräknat till ett system för byggnaden måste uppfylla kravet eller bättre, såvida inte en omfördelningsberäkning genomförs där byggnadens elanvändning jämförs med en referensbyggnads.

Ekonomisk dimensionering kan innebära att byggherren bör ställa högre krav. Vid upphandling av såväl ventilationssystem, som ventilationsaggregat som en komponent i ett givet system kan funktionskrav då stämmas av mot ekonomisk dimensionering i en LCC-kalkyl eller upphandlas med ett LCC-förfarande i upphandlingen med hjälp av t.ex. Verkstadsindustriernas upphandlingshjälpmedel (not x) eller genom att bara välja en högre energiklass än den som krävs.

3.2.2 Verifiering

Byggreglernas krav på eleffektivitet för ventilation ska verifieras när byggnaden är tagen i drift, såvida inte (omfördelningsberäkning)

För system under $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$ kan ett stickprovsförfarande vara tillräckligt.

Anläggning och apparatskåp ska vara så utförd att mätning av luftflöden och eleffekter enligt vedertagna mätmetoder och noggrannhet är möjliga. Funktionsprov och momentan mätning kan ske i samband med besiktning eller annat lämpligare tillfälle (protokollförd). (närmre anvisningar för detta måste utvecklas)

För ombyggnad, där marginalen med ett högre SFP utnyttjas, ska även redovisas kanalsystemets totala tryckfall vid dimensionerande luftflöde.

För system med VAV där energiklass D väljs, ska kunna visas att systemet uppfyller definitionen för val av klass D.

Systemdelar med eleffekter över 10 kW, > 1.800 h/år, ska förses med kontinuerlig mätning till övergripande system. I denna eleffekt skall även inkluderas installerad eleffekt till eventuella eftervärmare i systemet.

3.2.3 Kommentarer

Kraven har här formuleras på systemnivå och inte på komponentnivå. Det ger större frihet genom att t.ex. ett sämre kanalsystem kan kompenseras med en bättre fläkt (komponent). Branschen är också van vid att beskriva ventilationssystemens effektivitet uttryckt som SFP på systemnivå. Därigenom behöver inga krav specificeras för tryckfall i systemen annat än internt inom projekten. Normalt brukar systemet definieras som hela byggnadens. Dvs SFP-kravet avser då summa flöden och summa el till fläktar. Då kan man kombinera bra och mindre bra system. Detta är en bra ordning för lokalbyggnader, men inte för bostadsbyggnader om decentraliserade system för varje lägenhet väljs. Då skulle inte energiklass D och E tillåtas, vilka är speciellt tillämpliga just för dessa små system.

Energiklass E är störande, eftersom det förekommer enbart för detta område och är en avvikelse från modellen. Problemet är att små fläktar idag har mycket låga motorverkningsgrader i de typiska driftområdena. Detta kommer inom några år att förändras i takt med att EC-motorerna gör sitt intåg. De är idag snabbt på gång att bli etablerade inom tillämpningen våta pumpar. Alternativt får små fläktar ha en egen tabell med andra värden, men det vore synd för det finns redan fläktar/system som kan klara föreslagna nivåer för energiklass A.

Kravet enligt energiklass C är en skärpning med ca 20% jfr de värden som tidigare presenterats i Boverkets handbok, vilka baserades på referensvärden som nu är 9 år. Begreppet SFP är väl etablerat inom ventilationsbranschen och de nya värdena för energiklass C överensstämmer med de som utarbetats inom STEMs arbete med programkrav för ventilation och motsvarar ekonomisk dimensionering för normala tillämpningar. I Danmark finns krav införda i byggreglerna på $SFP = 2,5$. (ytterligare info vad avser begränsningar etc för detta bör tas fram). Energiklass C kan vara oekonomiskt för anläggningar med kortare drifttider än 1800 timmar, varför energiklass D föreslås för dessa. System med behovsstyrd ventilationen (VAV) ger i genomsnitt lägre elåtgång för fläktdriften än när den mäts upp vid dimensionerande flöde. Trots att en sämre energiklass accepteras för dessa kommer elåtgången ändå att bli lägre.

För det minsta FTX-aggregatet $<0,05 \text{ m}^3/\text{s}$ är en hög värmeåtervinningsgrad den väsentligaste effektivitetsparametern eftersom dessa ofta installeras i elvärmda småhus. Av teknikupphandlade aggregat för småhus som uppfyllde skallkraven klarade ett aggregat SFP 2,3 och ett annat 3,3. Möjligen borde luftflödet för dessa aggregat väljas till en något högre nivå så att även aggregat till daghemsavdelningar blir tillämpliga, men kräver en fördjupad studie över produktutbud, hur stor del av detta bestånd är elvärmat etc.

Verifiering i form av kontinuerlig mätning vid större installerade effekter motiveras av att driftorganisationen därmed får reella möjligheter att kunna följa resultatet av ändrade driftparametrar. Ett kontinuerligt lärande är viktigt inte minst för större anläggningar.

Mätanvisningar för luftflöden och effekter och acceptabla mätavvikelser finns dokumenterade inom branschen, men kan behöva sammanställas i lämplig handbok. Krav på att fläktar och aggregat ska vara Eurovent-certifierade behövs inte om krav ställs på verifiering. Det blir då byggherrens ansvar att kvalitetsstyra produkterna så de uppfyller kraven.

Energiklass A går inte att nå med konventionellt utförande av ventilationssystemen, men väl med de system som är under utveckling inom olika EU-projekt.

Föreslagna värden har en viss begränsning som på sikt bör ses över, eller studeras närmre redan nu. För system som inte huvudsakligen drivs vid dimensionerande flöde är det effektiviteten vid lägre luftflöden som blir avgörande. Mest påtagligt är detta för lägenhetsvisa "småhus"-fläktar som beroende på motorval kan få mycket låga verkningsgrader vid lägre luftflöden. De värden på SFP som normalt finns tillgängliga gäller för småhus (150 m³/h) och vid forcerat luftflöde.

3.3 Krav - Behovsstyrd ventilation

Ventilationssystem som inte har obetydliga värmeförluster och med varierande friskluftbehov ska utföras med behovsstyrning.

3.3.1 Tillämpningsanvisningar

Kravet tillämpas på systemdelar med värmeförluster över 2 MWh/år och där en behovsstyrning kan förväntas reducera dessa förluster med 20% eller mer.

För systemdelar dimensionerade efter personbelastningen med luftflöden över 150 l/s, skall ventilationsflödet kontinuerligt anpassas till personbelastningen vid varierande personbelastning eller kunna regleras ner till 10% i den aktuella zonen eller lägre, när den inte är besökt.

Kravet avser inte driftperiod med kylningsbehov i den aktuella zonen, eller ventilationssystem som endast har kylande funktioner, ej heller processventilation.

Dimensionerande flöden, max personbelastning och medel personbelastning anges i en rumsbeskrivning för aktuell byggnad.

3.3.2 Verifiering

Byggreglernas krav på behovsanpassad ventilation ska verifieras när byggnaden är tagen i drift, såvida inte (omfördelningsberäkning)

Större anläggningar förses med sådan mätanordning att ett *reduktionstal*, kan avläsas. Reduktionstalet definieras som genomsnittligt luftflöde dividerat med dimensionerande luftflöde.

3.3.3 Kommentarer.

SFP värdet för aktuell byggnad är värdet för aktuell fläkt/aggregat (eller vald energiklass) och för referenshuset hämtas värdet från tabellen för den energiklass som svarar mot kraven.

Anvisningen 3.3.1 bör utredas närmre. Är reglerintervallet 10 – 100% praktiskt genomförbart? Är nivån 150 l/s avvägd mot kostnad – nytta?

Kostnadspåverkande för krav 3.3 är VAV-styrningen av fläkten/aggregatet och rumsenhetens/zonens närvarostyrning.

Tillämpningsanvisning 3.3.1 har formulerats så att en bostad med värmeåtervinning inte skall behöva också ha behovsstyrning.

Motivet för en mätning i större anläggningar är behovet av återkoppling för att kunna värdera nyttan av kravet med behovsanpassad ventilation och för att ge driftorganisationen ett kontinuerligt lärande. Vid vilket luftflöde avläsning av reduktionstalet ska krävas behöver utredas närmre och beror på mätkostnadens nivå. Även anvisningar, exempel på hur sådana mätningar enkelt kan utföras bör utarbetas.

Kravet på behovsanpassning av ventilationen ger effekter på fläktens elåtgång, men den stora besparingen blir på avluftens värmeförluster.

Kravet skall tolkas så att även om det aktuella ventilationssystemet försörjer ett antal rumsenheter där några ständigt är i bruk, ska de rumsenheter som inte är i bruk vissa tider behovsstyras, vilket i sin tur kräver att fläktsystemet kan hantera dessa variationer i totalluftflöden som blir resultatet.

*Hur varierande luftflöde påverkar systemets elanvändning påverkas både av systemets utformning och dess reglering. Här kan övervägas en beräkningsmodell enligt:
Elenergi för fläktdrift = $SFP \times Q_{x,dim} \times R_{medel} \times Tid$, där Tid är systemets drifttid. En minskning proportionellt med flödesreduktionen är ett konservativt antagande. Alternativt kan ett fast värde, t.ex 0,8 väljas. Detta värde ligger implicit i att SFP 2,0 accepteras om VAV-system istället för 2,5. Vilket som väljs har ingen betydelse i den tidiga kalkylen då utfallet jämförs med referensbyggnadens och där blir detta lika. Vid en mätuppföljning kommer sannolikt elanvändningen för fläktdriften att bli lägre än R_{medel} .*

Vilken faktisk reduktion av ventilationsflödet som erhålls har däremot stor påverkan på energiförlusterna i frånluften, men hanteras inte i denna rapport.

3.4 Krav - Värmeåtervinning ur frånluften

Byggnader vars energibehov för uppvärmning av ventilationsluften överstiger 2 MWh/år och med icke försumbara drifttider skall förses med särskild anordning som begränsar.....byggnadens behov av energi minskas med minst 60% av den energimängdetc enl BBR.

3.4.1 Tillämpningsanvisningar

Kravet avser anläggningar med drifttider över x h/år (t.ex. 1800 h ?). Begreppet drifttid måste i detta fall definieras närmre

I övrigt enligt tidigare texter, men:

.....lägst temperaturverkningsgrad 70%. Kanaler, förlagda i eller utanför klimatskalet,
.....minst 250 mm mineralull

3.4.2 Verifiering

Byggreglernas krav på värmeåtervinning ur frånluften ska verifieras när byggnaden är tagen i drift, såvida inte (omfördelningsberäkning)

Anläggningar mindre än $x \text{ m}^3/\text{s}$ skall vara typgodkända (*och/eller funktionsprovas?*).
Anläggningar större än $x \text{ m}^3/\text{s}$ skall funktionsprovas, varvid kravet vid driftprov skall innehållas inom utetemperaturintervallet +/- 5 grader C.

Byggnader med större luftflöden än $y \text{ m}^3/\text{s}$ skall förses med kontinuerlig mätning till övergripande system.

3.4.3 Kommentarer

Samtliga tre nivåer måste fastställas efter kostnadsanalyser. Om y sätts vid $> 3 \text{ m}^3/\text{s}$ motsvarar detta avläsning av återvunna värmeeffekter på ca 50 kW vid 0 grader ute.

Här har föreslagits en skärpning vad gäller värmeåtervinningssystemets prestanda. Detta motiveras av att aggregaten idag är bättre än tidigare. Ska ett värmeåtervinningssystem installeras med det som då följer av filterbyten tillsyn, kanalisering etc borde det också vara självklart att aggregat med hög återvinningsgrad väljs. Tyvärr väljer ofta marknaden det som precis uppfyller byggreglernas krav, varför en skärpning i detta avseende är väl motiverat. Utan fördjupade analyser (cost-benefit) är det svårt att avgöra om inte detta krav borde vara ännu skarpare, men 70% verkningsgrad klaras med en dubbel plattvärmväxlare eller med en roterande växlare).

En avgränsning för anläggningar med korta drifttider är ekonomiskt motiverat. Var tidsgränsen ska gå kan diskuteras eller bör närmre studeras.

Den viktigaste frågan avser om tillämpningen skall gälla alla byggnader oavsett dess försörjningssystem (fossilt, etc. eller inte). Den utredning som tidigare låg bakom uppmjukningen av kravet baserades på system och erfarenheter från tidigt 80-tal. Det borde vara möjligt att idag installera system med väsentligt bättre prestanda och mer robusta än på 80-talet. En förnyad utredning inom detta område borde genomföras. Speciella problemställningar som då måste adresseras är drift- och skötselfrågorna och bostadsbolagens möjligheter att hantera system som kräver ökad tillsyn. Vidare bör frågeställningen beakta hur alternativen ser ut. Om kommande byggregler liksom nu öppnar för alternativet elbaserade värmepumpar och där elenergi och värmeenergi värderas lika, kommer en skärpning i detta avseende resultera i värmepumpslösningar.

Förslaget enligt 3.4. innebär att även flerbostadshus med små lägenheter ska ha värmeåtervinningssystem. Idag är decentraliserade s.k. småhusaggregat inte speciellt anpassade för mindre luftflöden utan optimerade för 40 l/s. Det kan bli en dyr lösning. Man kan överväga en skrivning där kravet avser ventilationssystem med förluster över 2 MWh/år, istället för byggnad med förluster Därmed blir det möjligt att välja lägenhetssystem för behovsstyrd ventilation, där den totala energianvändningen blir lägre än 2 MWh/år. Dessa är under utveckling, men ännu inte fullskaletestade och utvärderade.

Slutligen finns ytterligare ett problemsamband som måste uppmärksammas. Dåligt skötta komplexa ventilationssystem kan ge luftkvalitetsproblem. Hur denna risk kan hanteras är också en väsentlig aspekt för en sådan utredning. Denna frågeställning har också uppmärksamats inom den europeiska ventilationsforskningen i samband med att ambitionen med energisparande ökat. Det samhällsekonomiska värdet av värmeåtervinning är alltså ingen självklarhet.

Avsnittet behovsstyrd ventilation och värmeåtervinning, ska inte självklart ligga under huvudrubriken eleffektiva installationer, även om det finns kopplingar mellan dessa åtgärder och elanvändningen.

3.5 Allmänt

3.5.1 Luftflöde

Lokaler

Luftflödet påverkar både elanvändningen för fläktdrift och värmebehovet. Luftflöde kan dimensioneras utifrån hygieniska behov, men alternativt också utifrån byggnadens kylbehov under sommarperioden. Det är inte självklart den mest energiekonomiska utformningen med stora luftflöden sommartid för att kyla byggnaden istället för vattenburen kylning. Ännu mindre om detta ventilationsflöde hålls konstant under året. Kravet 3.3 på systemdelsnivå innebär att ventilationssystem med varierande last ska behovsstyras.

Ventilationsflöden för beräkning av byggnadens värmeförluster ska baseras på hygieniska krav enligt de anvisningar som redovisas i BBR kapitel 6 och som därmed utgör grunden för beräkning av referensbyggnadens luftflöden. I avsnitt 5 om komfortkyla anges krav som innebär att ökad elanvändning för ventilationsarbete som konsekvens av systemets anpassning för kylning (ökad drifttid, ökade luftflöden, ökade tryckfall) bokförs på funktionen komfortkyla.

4 KONTORSAPPARATER

4.1 Systemkrav

Byggherren ska genom informationsinsatser vägleda brukaren hur apparatdrift i byggnaden kan påverkas och genom installationsåtgärder underlätta brukarens styrning av kraftmatningen.

4.1.1 Tillämpningsanvisningar

Separerad kraftmatning till strömförsörjningsuttag bör finnas.

Byggnadens strömförsörjning utformas på ett sådant sätt så det underlättar och möjliggör att med enkel styrning koppla bort anslutna apparater och bordsbelysningar under icke arbetstid, t.ex. genom separata skenor för respektive arbetszon.

För beräkning av el- och kylenergibehov i lokaler, med inriktning på datorhanterat arbete kan åtgångstal enligt tabell 6 för respektive energiklass användas om inte egna mer detaljerade beräkningar utförs. Referensbyggnadens elåtgång baseras på energiklass C.

Energiklass	kWh/pers,år	Watt/pers,dag
A	100	30
B	150	45
C	200	60
D	600	181

Tabell 6.

4.1.2 Verifiering

Verifieras med besiktning.

Vid verifiering av hela byggnadens elanvändning (se avsnitt 11) behöver verksamhetsel mätas separat. I annat fall kan inte verklig elanvändning för verksamhetens apparater korrigeras.

4.1.3 Kommentarer.

Vid verifiering av total åtgång för hela byggnadens elanvändning, används uppmätt elanvändning i aktuell byggnad som indata även för referensbyggnaden. Detta blir aktuellt såvida inte energiklass C valts för samtliga delområden eller komfortkyla valts enligt energiklass A eller B.

För en byggnad med 25 kvadratmeter per person blir effektbelastningen från apparater för energiklass C, 2,4 Watt/m² utslaget på arbetsdagens 12 timmar och för en arbetsplats enligt klass D: 7,2 Watt/m². I en öppen kontorslösning med 8 kvadratmeter per arbetsplats blir värmelasten för denna klimatzon 8 Watt/m² (klass C) respektive 23 Watt/m² (klass D).

Dessa värden enligt tabell 6 kan behöva ses över när STEMs planerade mätstudie för lokaler väl är genomförd, förutsatt att den inkluderar studier på denna nivå.

Möjligheterna och kostnaderna för separerade elmatningar för arbetsplatsernas strömförsörjningar behöver utredas närmre innan kravet kan implementeras.

Värdet med att koppla bort apparater natt/helg finns inte närmre studerat. I en europeisk studie över hushållens apparater har man funnit att uppskattningsvis 440 kWh per år förbrukas i snitt av apparater i vänteläge i de undersökta hushållen. I tabell 6 har besparingseffekten uppskattats till 120 kWh/år och arbetsplats.

4.1.4 Allmänt

Denna apparatgrupp köps och styrs av lokalanvändaren. Betydelsen för elanvändningen i byggnaden är mycket stor, dels direkt och dels indirekt genom påverkan på behovet av komfortkyla. Därmed påverkas också innemiljön. Kunskapsnivån är låg hos användarna och fastighetsförvaltaren kan påverka användaren på olika sätt. Följande exempel för en typisk kontorsarbetsplats ska belysa betydelsen av detta. Tillämpade energidata är typiska men inte statistiskt säkrade utan bör ses över när empiriska studier ger bättre underlag.

Apparatanvändningen är mer kopplad till antal arbetsplatser än rummet och ytan och beräkningarna utgår därför från arbetsplatsen.

WATT	Utgående teknik dagens lösningar	Dagens teknik möjliga lösningar	Stand-by
Dator			2
19" CRT	100	60	2
19" TFT	150	(88)	2
Skrivare		38	5
Laddare, mm			3
Kopiator/fax, mm			3
Watt per plats	250	98	15

Tabell 7. Exempel på eleffekter för kontorsutrustning

För beräkning av elåtgång när apparaten inte är i bruk (stand-by) antas i detta exempel att varje arbetsplats har egen skrivare, men kopiator och fax mm är gemensamt för 10 personer. Vidare antas att:

- byggnadens persontäthet är 12 m²/person
- 30% alltid har sin utrustning på dygnet runt
- 30% är inte på sin arbetsplats (sjuk, bortrest etc)
- Resterande har sin utrustning på under arbetstid (9 timmar/dag)
- Alt 1. Ingen har automatisk avstängning inkopplad
- Alt 2. Alla har automatisk avstängning inkopplad
- Alt 3. Som 2 + central bortkoppling av strömförsörjning på arbetsplatsen

Resultatet redovisas i tabell 8 som årsenergivärde per person, samt som värmelast där värmen antingen kyls bort kontinuerligt hela dygnet eller under dagtid (12 timmar). Som jämförelse visas också värmelast från person (80 Watt).

Alt.	Dagens Hög kWh/m ² ,år	Dagens Hög Watt/m ² dag	Dagens Hög Watt/m ² dygn	Möjlig låg kWh/m ² ,år	Möjlig låg Watt/m ² dag	Möjlig låg Watt/m ² dygn
1	83	31	16	37	14	7
2	31	12	6	17	6	3
3	25	10	5	11	4	2
Person	9	4	2	9	4	2

Tabell 8. Beräkningsexempel baserat på grova antaganden för genomsnittliga effekter och tider.

Resultatet visar problemet med dagens datorutrustning som normalt uppfyller kraven för EnergyStar och är utrustade med automatiska avstängningsmöjligheter, men sen inte är inkopplade. Följden blir att datorer och skärmar drar full effekt kontinuerligt. Alternativ 2 mer än halverar energiåtgången. Varje företag kan enkelt koppla in dessa automatiserade avstängningsrutiner. Drivrutiner för att administrera detta centralt inom nätverket finns att hämta på nätet (<http://www.energystar.gov/powermanagement>). Varje användare ställer individuellt in hur lång tid som ska gå innan den går ner i viloläge. Hyresvärden kan hyra ut kontorsbyggnader där man i avtalet skriver in att garantin för ett bra klimat gäller förutsatt att funktionerna för automatiserade avstängningar av kontorsapparater är inkopplade (klimatinstallationerna är dimensionerade med denna förutsättning).

Trenden mot allt större och energikrävande monitorer, håller nu på och vänder mot TFT-skärmar, som drar väsentligt mindre energi. Men projektörer av kylinstallationer tillämpar fortfarande åtgångstalen för den utgående tekniken. Även mer energieffektiva CRT-skärmar finns på marknaden, se tabell 7.

Central bortkoppling av strömförsörjning på arbetsplatsen avser icke arbetstid och syftar till att få bort elåtgång för alla stand-by effekter. Tekniskt sker detta i nya byggnader genom att ett tidur läggs på den skena som försörjer arbetsplatsernas stickuttag. Detta är inte demonstrerat och kanske krävs en separat skena och matning av något specialuttag per arbetsplats för att möjliggöra ständig elmatning där detta krävs. Exemplet redovisar storleken på denna möjlighet, men utan empiriska studier av typiska effekter inkopplade nattetid, kan dessa effekter lika gärna vara dubbelt så höga som i detta exempel. T.ex. så är det inte ovanligt med lågvoltslampor för bordsbelysning, vars transformatorheter (plug-in) har påtagliga stand-by effekter.

Exemplet hög visar att värmestillskottet kan bli betydande och tillsammans med personvärme, belysning och solvärme hamna på en nivå där klimatkyla kommer efterfrågas.

5 KOMFORTKYLA

5.1 Systemkrav

Byggnaden och dess installationer ska utformas så att byggnadens behov av komfortkyla blir lågt. Följande möjligheter ska uppmärksammas:

- överskottsvärme från solinstrålning och apparater minimeras
- variationer i värme och kylbehov under dygnet kan dämpas genom inlagring i byggnadsstommen och ändamålsenlig reglering
- uteluftens kylande egenskaper kan utnyttjas, speciellt nattetid.

Kvarvarande kylbehov ska försörjas med kylenergi som har lägsta möjliga miljöpåverkan.

5.1.1 Tillämpningsanvisningar

Kraven anses uppfyllda om krav på komponentnivå uppfylls enligt nedan, eller på systemnivå om energiklass C uppfylls.

Kravet avser inte tillämpning för delar av byggnaden med kylning av processvärme (t.ex. värme från tillverkning, process och särskilda datorhallar) eller byggnader mindre än 100 m².

Komponentnivå

- Belysning, skall minst uppfylla energiklass C.
- Apparatstandard, skall minst uppfylla energiklass C.
- Pumpar för kylkretsen minst uppfyller energiklass C.
- Inneklimatkraven ska formuleras så att en temperaturvariation på x grader tillåts under dygnet, vilket också ska framgå av bygghandlingarna för reglerutrustning.
- Solinstrålning i zoner 6m närmst yttervägg ska vara $< x \text{ W/m}^2$ golvarea.

Kravet för solinstrålning uppfylls om

- Glasarea för aktuella rum/klimatzoner: $< x\%$ (glasarea/insidans ytterarea)
- Solenergitransmittans glasdel $< 0,xx$
- Solavskärmning $< 0,xx$

Eller i en beräkning enligt xx understiger $< x \text{ W/m}^2$ golvarea.

(Beräkningsanvisningar behöver utarbetas för detta avsnitt.

Beräkningen på komponentnivå avser ett alternativ med måttliga kylbehov, dvs mindre eller lika med referensbyggnadens, så att kyla och värme inte är aktuellt samtidigt (kylbehovet sträcker sig inte över till uppvärmningssäsongen).

Det borde vara möjligt med lite olika kombinationer av dessa parametrar och att man ändå ligger under gränsvärdet. Detta avsnitt kräver en hel del känslighetsanalyser och energisimuleringar, t.ex med BV². Vidare krävs en vidareanalys av erhållet kylbehov med

olika kylalternativ som nattkyla, extern kyla. Slutligen krävs en tabell med omräkningsfaktorer till elenergi, beroende på kylförsörjningsalternativ.

Är kylbehovet högre duger inte detta enklare sätt att beräkna utan byggherren måste göra en mer sofistikerad energibalansberäkning av kylbehovet, hur det fördelar sig under året, eventuella samtidig värme och kyla, reglersystemet och temperatursvängningarna under dygnet, kyldistributionsförluster och kylförsörjning. Även om kylförsörjningen skulle baseras på egen frikyla (näraliggande vattendrag och enbart pumpkraft) kommer kylningen då påverka också värmebehovet, vilket motiverar en bättre analys.

Systemnivå

För planerings- och beräkningsarbete används åtgångstal enligt tabell 9 för respektive energiklass, där referensbyggnadens elåtgång baseras energiklass C.

Energi klass	Bostad	Lokal
A	0	0
B	0	3
C	0	6
D	3	20

Tabell 9. Högsta acceptabla behov av tillförd elenergi för kylning (kWh/m²,år)

(Angivna värden i tabellen är tillfälliga preliminära värden, men baseras på det underlag som redovisas i bilaga 2.

Detta förslag innebär att den s.k. referensbyggnaden påförs ett schablonvärde på 6 kWh el/m². Värdet för energiklass D, 20 kWh/m² utgör erfarenhetsvärde vid projektering av nya kontorsbyggnader med kylbafflar och inkluderar el till kompressor och pumpar för kylkretsen, källa KTH-rapporten.

Dessa värden kan vara relevanta för kontorsbyggnader, men egentligen inte för alla lokalbyggnader, som daghem, lokaler etc. Alltså finns ett behov av att differentiera referensvärdena enligt tabell 9 för olika lokaltyper enligt t.ex. den uppdelning som EU-direktivet anger.

Här bör dock diskuteras alternativet att energiklass enligt tabell 9 istället för ytspecifika värden anger personspecifika åtgångstal. Vilket då innebär att byggnaden utformas för ett uppskattat antal personer, som sen också gäller för referensbyggnaden).

Kylenergibehovet beräknas med hjälp av beräkningsprogram som uppfyller ställda krav på kylenergi beräkningar.

(I bilaga 1 redovisas ett utkast som underlag för hur dessa beräkningsanvisningar skulle kunna utformas. Av bilagan framgår att en relativt stor utredningsinsats kommer krävas för att ta fram dessa anvisningar.)

I värdet för kylenergi ingår dels tillförd kyla och dels energi för dess distribution, dvs pumpar och fläktenergi (för luftflöden utöver hygienluftflöde och drifttider utöver normal drifttid/arbetstid).

För byggnader där kylsystem ska tillåtas arbeta parallellt med värmesystem (byggnader med varierande förutsättningar eller rumsreglering som tillåter parallell kyl- och värmedrift) skall drifttiden för paralleldrift bestämmas, liksom kyl- och värmeförluster inom byggnaden.

5.1.2 Verifiering

Komponentnivå

Kravet verifieras enligt handlingar och anvisningar för verifiering av belysning, apparater och pumpar.

Systemdelsnivå.

Kravet verifieras genom mätningar.

Alternativ 1.

Uppmätt eleffekt till kylmaskin och kylpumpar (eller installerad effekt för fjärrkyla) , gånger beräknat värde för drifttid, enligt tidigare beräkningar.

Tilllägg för uppskattad extra drifttid för ventilationssystem gånger SFP.

Alternativt sker en mätning under en driftperiod enligt:

Alternativ 2.

Eleffekt till kylanläggning under drift, samt drifttidsmätare.

Eleffekt till kylpumpar, samt drifttidsmätare.

Eleffekt till ventilationssystem under tillkommande drifttid.

Alternativ 3.

Kylenergimätning (t.ex av fjärrkyla)

Eleffekt till kylpumpar, samt drifttidsmätare.

(Här kan kommande utredningar om EU-direktivets krav på besiktning av kylanläggningar ge ytterligare underlag).

5.2 Allmänt

Hur kylbehoven ser ut i de senare årens byggande finns det ingen färsk statistisk uppföljning på, men en ny energiuppföljning av lokalsektorn planeras. I STIL-studien drog klimatkyleinstallationerna mellan 27-28 kWh/m² i kontorsbyggnader och hotell&restaurant där klimatkyla fanns installerad. För livsmedelsbutikerna var elanvändningen för klimatkyla hela 41 kWh/m² eftersom livsmedelskylan tillkom därutöver. Med ett COP-tal på 2,5 är kylenergi behoven i dessa kontor ca 70 kWh/m². Varaktighetstiden för hela lokalsektorn var 1100 timmar.

De nyckeltal för värmelaster som idag förekommer för kylprojektering av kontorsbyggnader ligger på nivån 30 – 50 Watt/m². Ett exempel på ett dimensioneringsunderlag av den typ som används av projekterande konsulter för en kontorsarbetsplats på 10 m² kan illustreras med tabell 10. Med denna typ av enkla underlag kan projektören komma att föreslå en kylinstallation på 50 W/m².

Belysning	100
Dator	250
Person	100
Solvärme	50
Summa värme	500 Watt

Tabell 10. Exempel på nyckeltal för värmelaster för ett kontorsrum på 10 m².

Sammanlagrat som genomsnittlig värmeeffekt under hela arbetsdagen och för hela byggnaden blir effektbehovet lägre. Dimensioneringseffekt och energivärde skiljer sig därför. En del av överskottsvärmen inlagras i byggnaden dagtid om reglersystemet tillåter temperatursvängningar. Dygnsmedeleffekten på värmelasten är därför lägre än om hela värmelasten ska kylas bort dagtid.

För öppna kontorslösningar kan personbelastningen bli högre per ytenhet, vilket kan motivera att kylbehovet baseras på antal arbetsplatser istället för ytenhet.

Distributionsmässigt förekommer såväl VAV-lösningar, med distributionsluften som kylbärare, kylbafflar och kylslingar i bjälklaget.

Nyckeltal för dimensionering av kyla hos en större byggtreprenör anges till 50 W/m^2 för kontorsbyggnader och varaktighetstiden för kylmaskinen är 500 timmar för system med luftburen värme och 1000 timmar för system med vattenburen kyla och kylbafflar³. Resulterande elenergiåtgång med kylmaskindrift blir $10 - 20 \text{ kWh/m}^2$, varav pumpdrift för kyl- och värmemedier står för 15 %.

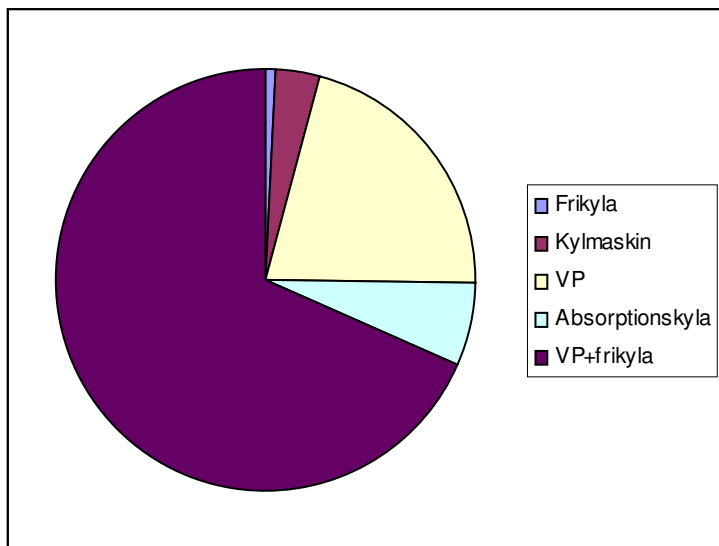
Typiska kylinstallationer i ett befintligt område (kontor, sjukhus, affärer) kan uppskattas dra 40 W/m^2 med en varaktighet på ca 1.000 timmar, dvs ca 40 kWh/år, m^2 ⁴. Men variationen mellan olika byggnader är påtaglig ($20 - 60 \text{ Watt/m}^2$ och även vad gäller drifttiden) och större än på värmesidan.

En ökande andel av kylan levereras som fjärrkyla. År 2001 levererades 430 GWh till ca 500 kunder, varav Fortum 230 GWh⁵. Produktionen ökar med ca 20 % per år och marknadspotential uppskattas till mellan 1 – 2 TWh. Fjärrkylan produceras med stora inslag av spillkyla från befintliga större värmepumpar, sjövattnet, men också från rena kylkompressorer. Några leverantörer producerar kyla utan andra inslag än pumpenergi. Fördelningen framgår av figur 1.

³ Engström, G, Öhman, P. Beräkningsmodell för elenergianvändning vid fastighetsdrift i kontorsfastigheter. KTH 2001, avd för installationsteknik.

⁴ Fjärrkyla i Sollentuna 2003.

⁵ FVF. Fjärrkyla 10 år.



Figur 1 . Fördelning av fjärrkyla uppdelat på produktionsteknik.

Av figuren framgår att frikyla i kombination med värmepumpar när temperaturen blir för hög eller frikylan inte räcker till är det helt dominerande inslaget. Detta kan dock bero på att där man har som mest gynnsamma förutsättningen har också fjärrkyla störst spridning. Förhållandet mellan insatt el och producerad kyla kan inte anges utan närmre analyser, men kan antagas vara väsentligt bättre än om byggnaden har egen kylkompressor. Relationen kommer att förändras vart efter kunderna strömmar till och kylsänkorna inte längre räcker till. Ett approximativt förslag på denna relation bör ändå vara möjlig att ta fram. Om en sådan skulle användas som en del i ett regelverk skulle fjärrkyla gynnas på bekostnad av egna kylkompressorer. Detta vore troligen en positiv utveckling (bättre miljömässiga produktionsförhållanden), men kan behöva en närmre utredning. (Utredningsförslag).

Det finns exempel på byggnader utformade som helglasade kontor, där man direkt till byggnaden kopplat frikyla från vattendrag som förs i plastslingor ingjutna i betongbjälklaget och som helt klarat även sommarlastens kylbehov utan andra insatser än pumpenergi. Ett sådant system ger ingen ytterligare extern belastning och kan bedömas ha samma livslängd som själva byggnaden. Rätten att ta ut vatten för kylning/värmning regleras i vattendom (även för dessa mindre volymer?) och bör inte utgöra något hinder genom byggreglernas utformning, även om det innebär att de som kommer först till kvarn kan utnyttja denna möjlighet, men kanske inte efterföljaren. Systemet var väl analyserat och dimensionerat för att minimera energibehoven för kyla. Samma system i byggnaden kan också användas för att effektivare kyla med nattkyla/utekylare som är i drift när utetemperaturen understiger byggnadens temperatur. Erforderlig energi för pump, blir väsentligt lägre än fläktenergi som distributionsmedia. Den fläkteffekt som krävs för att med en utekylare ge samma kyleffekt som en kylkompressor är bara 1,6% av kylkompressorerna, men har mer begränsad drifttid/tillgänglighet.

Andra tekniker för att kyla är genom evaporativ kylning i luftbehandlingsaggregatet. Även i byggnader där det finns stora värmelaster, finns ändå effektiva metoder för att framställa och distribuera kyla.

5.2.1 Allmänna överväganden

Kylning av processer, dvs inom tillverkningsindustri eller datorhallar, bör inte behandlas av byggreglerna eftersom den är så verksamhetsberoende och inte kopplad till byggnaden.

Komfortkyla kan förslagsvis definieras som tillförd kyla utöver uteluft dimensionerat som hygienluftflöde. Om däremot ventilationssystemet är dimensionerat för att öka kylningskapaciteten baserad på uteluft, eller dess drifttid förlängs till natten för att kyla byggnadsstommen, så är detta en metod för komfortkylning. Även detta kräver extra elinsats och bokförs då under komfortkyla.

Kraven på inomhusklimat tillsammans med påverkan från interna laster och soltillskott förefaller ge större påverkan på årlig energianvändning än utformning av klimatinstallationerna enligt en jämförande studie på ett stort antal demonstrationsprojekt⁶.

Området är komplext och behoven påverkas alltså inte bara av byggnadens utformning utan också av brukarnas krav på värmekomfort och deras apparatinnehav. Behoven kan vara känslomässiga, man vill ha kylinstallationer och dels reella, uttryckt som klimatkrav. Brukarna förstår sällan klimatkraven uttryckta i klimatparametrar, varför fastighetsägaren kanske t.o.m kan ta ut mer i hyra för en lokal med installerade kylbafflar än en lokal som uppfyller samma klimatförhållanden på andra sätt. Men, detta är troligen en kunskapsfråga och kan snabbt skifta.

I glasade kontorsbyggnader är det inte bara julimånad som externa värmelaster ger kylbehov, utan hela perioden vår – höst, eftersom den lågt stående solen i Sverige ger stora värmeflöden som är svårare att skugga med konstruktioner.

Samtidiga kyl- och värmebehov för olika delar av byggnaden är vanliga. Det innebär att byggnadens värmebehov inte bara definieras av förlusterna ut från byggnaden utan också av förlusterna internt i byggnaden (mellan zoner för kyla och värme).

Ofta är kunskapsnivån låg vad gäller verkliga kylbehov och energianalyser för årsförbrukning på kyla utförs inte. I en fastighet utan solavskärmning och personbelastningen 1 person per 22 m² gick kylmaskinerna året runt inledningsvis. Efter injustering av värme- och kylsystemet stängdes maskinerna av och resultatet visade att först vid temperaturer över 11 grader behövdes kylmaskinerna i drift. I en annan fastighet var förlusterna i köldbärarsystemet 25 kW kontinuerligt. Vid en uppföljning av 10 klimatkylsystem⁷ visad på stora besparingspotentialer genom årstidsanpassning av luftflöden, utnyttja nattkyla när det är möjligt, sänkning av tilluftstemperatur och ändrade driftstrategier. Vad detta visar är att brister i utformning, injustering, reglersystem och drift väsentligt kan öka såväl kyl- som värmesystemets energibehov. Detta talar för att regelsystemet på lämpligt sätt ska åstadkomma en återkoppling/uppföljning av driftens verkliga åtgångstal.

Vilka kyleffekter som är möjliga att åstadkomma med små insatser på ett kostnadseffektivt och generellt tillämpbart sätt bör analyseras närmre, liksom vilka pumpenergieffekter som då krävs. Lämpligen presenteras detta också i en "bra exempel-samling".
(Utredningsförslag).

⁶ Jagemar, L. Learning from experiences with Energy Efficient HVAC Systems in Office Buildings. CADDET Analysis Support unit. Final draft 30 jan, 1995.

⁷ Bergqvist, Bengt. Energieffektivare klimathållning genom ändrade driftstrategier. NUTEK-projekt 803466

5.2.2 Exempel på alternativa kylsystem

Vattenkylda golvbjälklag. Luft/vattenbatteri med fläkt (kyltorn) utomhus. COP-faktor är 62,5 när fläktenergin beaktas. Golvslingor i bjälklaget. Adaptivt styrsystem. Används också för värmeförseln. 75% lägre investeringskostnad än med konventionellt kylbaffelsystem enligt leverantören. Golvet/taket kyls nattetid till 18 -19 grader och laddar in ca 120 Wh/m² under ca 7 timmar per natt, vilket sker ca 4 månader per år. Systemet ersätter ett kylsystem på 15 – 20 Watt/m², men kan enbart gå intermittent under dygnet om baserat på nattkyla. Annars krävs annan kyla tillförd även dagtid. (Källa: Bygg&teknik 7/03, samt www.climafloor.se))

Om också kontroll på luftfuktigheten eftersträvas och för större system (> 3 m³/s): Sorptiv kyla. Sänker uteluften från 25 grader till 17,5 grader tilluft, men kräver t.ex. fjärrvärme för det inre torksteget, vid höga utetemperaturer. Kompenseras av hög värmeåtervinningsgrad vinter på 88 %. Kräver 5,5 l/s,m² för att bära 50 Watt/m², vilket drar ca 20 kWh/m² el extra per år om 4000 h och VAV, men även tillämpligt för lägre kyleffektbehov som då kan bäras av lägre luftflöden.

5.3 Byggregler i andra länder

Inom EU-projektet ENPER⁸, har metoder för att beskriva energianvändningskraven i olika europeiska länders byggregler analyserats. Behovet av komfortkyla är kopplad till interna värmelaster och till byggnadens solvärmeintag. Solvärmerna ger också tillskottsvärme under uppvärmningssäsongen och har därmed två olika delar i byggnadens energibalans.

Vad gäller solvärmestillskottet tillämpas i flertalet länders energiberäkningar, främst för beräkning av dess påverkan på uppvärmningssystemet, med generella solvärmedata och fyra vädersträck för vertikala ytor. Skuggning från externa ytor beräknas med enkel korrigering enligt EN382. Solavskärmningsutrustning hanteras i vissa länder och i andra enbart om de är fasta. Två länder tar även hänsyn till automatiserad avskärmningsutrustning (Be-F och NL). Solinsläppet via glasen definieras vanligen med ett värde (G-värde, solfaktor, etc). Avskärmning från fönstrets konstruktion anges i en punkt. Hur detta påverkar energikraven är däremot en annan fråga och i flertalet fall påverkar de inte alls.

För beräkning av tillskottsvärme från apparater används i många länder ett fast tillskottsvärde på ca 5 W/m² och med en viss tidsberoende variation. Andra har tabellhjälpmedel där användaren kan välja mest relevanta indata. Vanligen påverkar inte valt indata max förlustvärdet, vilket innebär att byggnader med högre andel spillvärme kan ha sämre klimatskal. Länder med referensbyggnadsmetoden kan neutralisera påverkan från interna värmelaster.

Få länder har ännu system för att hantera komfortkyla i byggreglerna. Kompressor driven komfortkyla är förbjuden i Österrike. Samtidig värmning och kylning tillåts inte i Spanien och Portugal.

I Englands byggregler finns krav på att byggnaden ska vara utformad så att inte omfattande kylning krävs. Kravet klaras på komponentnivå om lämpliga glasförhållande väljs (maximal glasyta för väggkonstruktionen i olika vädersträck), avskärmning (enligt detaljerad guide) och

⁸ Energy Performance of Buildings, Calculation procedures used in European Countries, www.enper.org

den exponerade värmekapaciteten i kombination med nattkylning utnyttjas (enligt detaljerad guide). Att kravet uppfylls kan också visas på systemnivå genom att beräkna (med hjälp av en detaljerad beräkningsanvisning över solvärmelaster och avskärningsfaktorer för olika fönsterkonstruktioner) att inte solvärmens avger med än 25 W/m^2 under högst x % under en definierad tidsperiod (30 års julimånad), eller att byggnadens/klimatzonen ska klara värmekomforten (no overheat) med en intern värmelast (spillvärme människor och apparater) på 10 Watt/m^2 .

I den interna utvärderingen har man uppmärksammat den kraftiga tillväxten i luftkonditioneringsanläggningar (luft som kylbärare) och dragit slutsatsen att kraven (SFP) på dessa måste skärpas ytterligare, samt att kraven för att minimera kylbehoven borde tillämpas redan på byggnader över 100 m^2 (expansion av småaggregat).

6 PUMPNING

6.1 Krav - Eleffektivitet

Pumpsystem skall uppfylla ett generellt krav på eleffektivitet som ger en ekonomisk drift för normala tillämpningar.

6.1.1 Tillämpningsanvisningar

Byggreglernas minimikrav antages uppfyllda om pumpar med en märkeffekt över x Watt har verkningsgrad vid halva nominella volymflödet på minst x %.

(sätts på en nivå som klaras med EC motorer).

För planerings och beräkningsarbete används ett ytspecifikt värde (Watt/m^2) enligt tabell 11 för respektive energiklass, där referensbyggnadens elåtgång baseras på det för den aktuella byggnaden tillämpliga energikravet. Vid projektering kan LCC-kalkylerad dimensionering och pumpval ge lägre värden.

Energiklass	Värmesystem	Kylsystem	Konstanta flöden
A	0,02		0,08
B	0,03		0,12
C	0,04	0,0x	0,16
D	0,07		0,20

Tabell 11. Pumpeffekter (W/m^2) för olika energiklasser.

Krav: energiklass C för system som försörjer byggnadsdelar över x m^2

Krav: energiklass D för system med drifttider kortare än $< 1x$ h/år och för befintliga byggnader.

För byggnader med mindre pumpbehov, kan högre åtgångstal accepteras, dock max 50 Watt/pump.

För pumpsystem där ett konstant flöde ska pumpas tillämpas tabellvärden för konstanta flöden, sista kolumnen.

För pumpar som utgör en del av klimataggregat, ska pumpeffekterna redan ingå i SFP-värdet.

6.1.2 Kommentarer

Som alternativ till föreslaget enligt 6.1.1 kan kravet anges på komponentnivå formuleras som krav på att pumpar i system med varierande flöde ska vara automatiskt varvtalsreglerade pumpar för variabelt differenstryck, baserade på EC-motorteknologin. Kravet ska då avse normala pumpdrifter för värme och kyla. Därtill ska då krav ställas på låga tryckfall i systemet.

På systemnivå kan istället kravet formuleras analogt med SFP för ventilationen, dvs Watt/l/s, men ger inte lika enkel koppling till beräkning av byggnadens energianvändning.

För system med varierande flöden är det effektnivån vid normala driftförhållanden som är relevant och enklast kan detta uttryckas genom att definiera den aktuella jämförande driftpunkten vid halva dimensionerade trycket.

För en större fastighet, där ett flödesbehov baserats på att byggnaden har ett värmebehov på 70 kWh/m² och ledningssystemet är så dåligt dimensionerat att det krävs en tryckuppsättning på 60 kPa kan bästa pumpteknik ge ett åtgångstal på 0,04 W/m², vilket vid en drifttid på 5800 h/år ger 0,23 kWh/m². Väljs ett bättre dimensionerat ledningssystem finns utrymme för att välja en sämre pump. För mindre fastigheter finns inte anpassade pumpar med EC-motorteknologin framme ännu. Varför en begränsning av tillämpningen behövs. I energieffektiva byggnader med lägre flödesbehov minskar effektbehovet ytterligare

Det finns bra pumpberäkningsprogram hos pumpleverantörerna som är tillgängliga för alla att använda. Ett antal beräkningsexempel för olika byggnadsförutsättningar bör tas fram och kostnadskalkyleras, för olika pumpalternativ. Först då kan genomarbetade värden lämnas till tabellen. Även VVC-pumparna bör analyseras.

Vidare måste en ekonomisk kalkyl göras för vid vilken pumpstorlek som de nu bästa pumparna kan motiveras, eller uppskatta kostnadsnivån när dessa kommer även i mindre storlekar.

6.1.3 Verifiering

Besiktningssprotokoll och pumpspecifikationer.

6.2 Krav – Styrning och reglering

Pumpar ska vara avstängda när pumpdrift inte erfordras, t.ex icke uppvärmningsperiod för värmesystem, eller när kylning inte efterfrågas i kylsystemet.

6.2.1 Tillämpningsanvisningar

För beräkning av elenergiåtgång för pumpning kan i tidigt skede följande tider användas, men som ersätts av beräknade värden när energibalans för byggnad beräknas.

Värme: 5.800 h

Komfortkyla: 2.800 h

Varmvattencirkulation: 8765 h

6.2.2 Verifiering

Besiktningssprotokoll.

6.2.3 Allmänt

Pumpning i fastigheter avser vanligen värmesystem, men ingår också i vissa system för värmeåtervinning och i luftbehandlingen för värme och kyla där detta förekommer. Även rena kylinstallationer kopplade till rörsystem i byggnaden, kylbafflar eller fönsterapparater kräver pumpningsarbete.

Elåtgång för pumpning utgjorde i STIL-undersökningens lokalstudie ca 3 kWh/m². Elåtgång för pumpning i ett visst system påverkas av följande faktorer:

- dimensionering av rörsystemet (tryckfall)
- dimensionering av värme-/kylbatterier (tryckfall)
- drifttid
- reglerteknik
- motortyp

Byggnadens elanvändning för pumpdrifter kommer därför att variera inom intervallet 0, 02 – 10 kWh/m² och kan därmed utgöra en storförbrukare av elenergi. Det lägre värdet representerar byggnader med bra dimensionerade värmesystem och högeffektiva självreglerande pumpar, det högre för byggnader som också har kylsystem, valt höga tryckfall för rör och komponenter och som inte reglerar pumparna utifrån driftförutsättningarna på annat sätt än tryckstyrning och därmed också har långa drifttider.

För system med varierande flöden är inte bara reglertekniken väsentlig. Stora delar av åren går dessa pumpar i nedreglerad drift, då ger den nya generationens pumpar med EC-motorer väsentliga besparingar, genom att hålla en hög verkningsgrad i hela intervallet (mer än dubbla verkningsgraden)⁹. Inom något till några år finns dessa för storlekar som passar ända ner till villanivån.

Även för varmvattencirkulationen, som traditionellt brukar gå med konstanta flöden, finns lösningar för varierande flöde och med betydande besparingar och bättre driftförhållanden som följd¹⁰.

⁹ Energi&miljö 11/2003, samt pumpdata från Wilo (www.wilo.se)

¹⁰ Termisk reglering sabbar på varmvattnet. Energi&Miljö 11/2003.

7 KYL, FRYSS OCH KYL/FRYSSKÅP

7.1 Systemkrav

Installerade kyl- och frysskåp ska uppfylla höga krav på eleffektivitet

7.1.1 Tillämpningsanvisningar

För vitvaror finns en europeisk energiklassning. Utvecklingen mot effektivare apparater har gått snabbt och därför har två effektivare nivåer än A införts, A+ och A++.

I nyproduktion och vid utbyten där beställare inte har direkt rådighet över valet, ska apparaten minst uppfylla kraven enligt A.

7.1.2 Verifiering

Besiktningssprotokoll.

8 TVÄTT- OCH TORKUTRUSTNING I TVÄTTSTUGOR

8.1 Systemkrav

Installerad tvätt- och torkutrustning i gemensamma tvättstugor ska uppfylla höga krav på eleffektivitet

8.1.1 Tillämpningsanvisningar

Tvättmaskin i gemensam tvättstuga ska centrifugera tvätten till minst 60% restfukthalt. Energiåtgång för en referenstvätt ska högst uppgå till 0,45 kWh/kg och avser medelvärde vid tvätt av

- a. full maskin bomull (60°)
- b. 2 kg bomull (60°)
- c. fullast syntet (40°)
- d. 1 kg syntet (40°)

Detta krav motsvarar energiklass C i tabell 12.

Energi klass	kWh/referenstvätt	kWh/normaltvätt	Restfukthalt (%)
A	--		--
B	<0,35	0,3	50
C	<0,45	0,4	<60
D	>0,45	0,5	70

Tabell 12. Energiklasser för tvättmaskiner i fastighetsdrift. Uppgift för energiåtgång vid normal tvätt drift används i samband med energibalansberäkningar.

Torkmaskin/torkskåp i gemensam tvättstuga skall minst vara temperaturstyrd eller fuktstyrd, vilket motsvarar energiklass C i tabell 13. För energibalansberäkningar används schablonvärden enligt tabell 13.

Energi klass	kWh/kg vatten
A	--
B	0,8
C	1,1
D	2,5

Tabell 13. Energiklasser för torkutrustning i fastighetsdrift.

Egenskapskrav för energiklass:

- A: ej definierat ännu
 B: Värmepumpsbaserad torkning i tumlare, skåp eller rum
 C: Temperatur-eller fuktstyrd torkning
 D: övrigt ospecificerat

Där leverantören redovisar specifik elåtgång i kWh/kg tvätt omräknas detta till kWh/kg vatten genom att multiplicera med 1,66, då kg tvätt avser tvätt med 60 % restfukthalt.

8.1.2 Verifiering

Besiktningssprotokoll.

9 ELVÄRMARE I FLERBOSTADSHUS

9.1 Systemkrav

Med elvärmare avses annan värmning än för klimathållning, t.ex av-isningsutrustning, golvvärmare, handdukstorkar, markvärme, etc. Dock avses även stickproppsanslutna elvärmare.

Installerade elvärmare över 30 Watt skall minst vara tidsstyrda. Installerade elvärmare över X000 Watt skall vara styrda med en kombination av styrparametrar för att ge bästa möjliga anpassning för avsedd funktion

9.1.1 Tillämpningsanvisningar

Golvvärmare av komfortvärmartyp, skall utöver golvtermostat även vara försedda med veckotidur, fritt inställbar av användaren.

Markvärmare och elvärmare för avvisning (takrännor, etc) skall utöver utetemperaturstyrning även vara försedd med fuktmätare.

Elvärmda handdukstorkar för bostäder kan t.ex vara tidsstyrd, så att ett tillslag ger en viss fast gångtid (t.ex 1 timme).

9.1.2 Verifiering

Besiktningssprotokoll.

9.1.3 Kommentarer

Betydelsen av komplettering av utetemperaturstyrning med fuktstyrning har tidigare redovisats i rapporten ” Direktverkande elvärme i nya byggnader ”.

10 ÖVRIGA ELAPPARATER

10.1 Motorer

Motorer ingår normalt i de delsystem som redan beskrivits. Vid utbyten av befintliga motorer är däremot valet av en effektiv motor av stort ekonomiskt värde för motorer som har långa drifttider, t.ex fläktmotorer. Motorernas energieffektivitet är klassade i klasserna Eff1 , Eff2 och Eff3, där Eff1 motorerna representerar de mest effektiva. Det finns inga motiv för att ställa krav på motornivån för nyproduktion eftersom kraven ställs på en mer övergripande funktionsnivå och vid enskilda motorbyten är detta inte något som regleras av byggreglerna. Referenser. www.stem.se.

10.2 Övrig elanvändning i lokalfastigheter

Posten övrig elanvändning står för storleksordningen ca 5 kWh/m², vilket i lokalfastigheter kan utgöra ca 10% av total elanvändning för fastighetsdrift och verksamhet.

I detta ligger drift av

- Hiss, ca 5 MWh/st
- Entre´, ca 1-4 MWh/st
- Markvärme: ca 0,24 MWh/m
- Rör- och rännvärme: 0,0064 MWh/m
- Motorvärmare: ca 0,5 MWh/st

(källa: beräkningsmodell....)

Med dessa schablonvärden kan elanvändningen för aktuell byggnads övrig elanvändning enkelt kalkyleras antingen från schablonen 5 kWh/m² eller med de funktionsbaserade nyckeltalen.

Inget av denna elåtgång kan anses bidra till energibalansens värme. Även om hissens ventilation är ansluten till ett återvinningsbatteri så är hissen i drift främst dagtid (under ”rusningstid”) då värmebehov sällan föreligger.

Det är möjligt att i ett senare skede nyansera dessa delfunktioner på ett sätt så att mer eleffektiva val kan göras, eller möjligen också lägga in minkrav. Exempel på detta är:

- Hissbelysningen kan vara aktivitetsstyrd.
- Motorvärmarna vara utetemperaturstyrda.
- Elvärmaren för entre´n kan ha två termostater tidstyrda, en för dagtid vardagar och en för övrig tid.

Etc.

Exempel på möjligt krav för elvärmare ges i avsnitt 9.

I detta nuvarande skede bör diskussionen och arbetet koncentreras på de stora elkrävande delfunktionerna enligt tidigare avsnitt.

För beräkning av referensbyggnadens elanvändning kan schablonvärden enligt ovan användas.

11 OMFÖRDELNINGSBERÄKNING INOM DELSYSTEM ELANVÄNDNING

11.1 Systemkrav

Där enskilt krav på delsystem inte kan eller önskas uppfyllas, kan ändå byggreglernas krav på eleffektiv användning av energi anses uppfyllas där det vid en särskild utredning (omfördelningsberäkning) visas att den aktuella byggnaden inte använder mer elenergi än en motsvarande referensbyggnad.

11.1.1 Tillämpningsanvisningar

Energikravet uppfylls om aktuell byggnads elanvändning vid en energiberäkning uppgår till högst samma elåtgång beräknat för en referensbyggnad och vid en efterföljande mätverifieringen överskrider referensbyggnadens elanvändning med högst x %.

Verifiering före byggande:

$$Driftel_{aktuell} \leq Driftel_{referens}$$

En förutsättning för att kunna utföra en omfördelningsberäkning är att byggnadens funktioner och drifttider för olika rum i lokalbyggnader finns beskrivna enligt tidigare avsnitt.

För flerbostadshusbyggnader finns motsvarande beskrivningar som även anger reduktionstal för belyningsdrift beroende på val av reglersystem.

Referensbyggnadens elanvändning för olika delfunktioner baseras på åtgångstal för den energiklass som kraven angivit. Den aktuella byggnadens elanvändning baseras på åtgångstal för vald energiklass i den aktuella byggnaden eller åtgångstal enligt separat utredning.

11.1.2 Verifiering

Verifiering efter idrifttagning.

$$Driftel_{aktuell} \leq Driftel_{referens} \times K$$

K , är ett påslag för mättolerans och icke förutsedda elanvändningsposter.

(Faktorn K har stor betydelse ekonomiskt i det fall vite kopplas till kraven. Innan denna fastlägges måste en modellstudie genomföras på ett antal verkliga fastigheter av olika typ. Inledningsvis ansätts en generöst tilltagen faktor. Värdet på K kan sedan skärpas i en lämplig takt. Kravet på en mätverifiering bör gälla de närmaste 5 åren efter det reglerna träder i kraft. Efter utvärdering kan sedan mätningsskravet diskuteras)

BILAGA 1**Kylberäkningar****Anvisningar kylenergiberäkning**

Här utvecklas en beräkningsmetodik där byggherren fastställer dimensionerande kyleffekt med eget beräkningsprogram, men med tydliga anvisningar/krav på beräkningsprogrammets parametrar och möjligen även med schabloner för värmeöverskott.

1. För system baserade på nattkyla med uteluft och utanför värmesäsongen, beräknas elenergi för distribution av nattkylan, som det pumparbete, alternativt fläktarbete som därmed krävs. (I en handbok med bra exempel kan system med självdragsventilation specifikt för nattkylning visas).
2. För system med konstanta luftflöden (CAV) året om, men anpassade till kylbehovet beräknas utöver tillförd kyla, även det extra fläktarbetet som krävs beräknat som $(SFP_{kylflöde} \times Q_{kylflöde} - SFP_{hygienflöde} \times Q_{hygienflöde}) \times \text{normal drifttid för ventilationssystemet}$. Om aggregatdata saknas uppskattas $SFP_{hygienflöde} = SFP_{kylflöde} \times (Q_{hygienflöde} / Q_{kylflöde})^x$ (värdet på x får vi återkomma till)
3. För system med kyla hämtad från tilluft före aggregat (denna kyldel är ”gratis” samtidigt som värmebehovet ökar lika med den kyla som tillförs under uppvärmningsperiod) som komplement till aktiv extern kyla.
4. För system med enbart sorptiv kyla beräknas den ökade elanvändningen som tillkommande genomsnittligt luftflöde (för att distribuera kylan) gånger SFP. Därtill ökar värmebehovet för att driva sorptionsprocessen, vilket kan uppskattas till installerad värmeeffekt i batteriet x 250 timmar. Återvunnen värme ur frånluft beräknas under avsnittet värmeåtervinning. Observera att systemverkningsgraden inte kan bli större än tilluftstemperaturen genom frånluftstemperaturen. Om åtgärden kombineras med nattkylning, se pkt 1.
5. För system med ett tillfälligt högre luftflöde, dimensionerat för kylbehov som är större än den som kan klaras med uteluft/nattkyla, tillkommer förutom den tillförda kylan även det extra fläktarbetet beräknat som $(SFP_{kylflöde} \times Q_{kylflöde} - SFP_{hygienflöde} \times Q_{hygienflöde}) \times \text{drifttid kyla}$.
6. För byggnader med egen frikyla från mark, sjö eller kyltorn. Elenergibehovet beräknas utifrån effektåtgång för pump- eller fläktarbetet gånger aktuell drifttid.
7. För byggnader med egen kylmaskin. Elenergiåtgången är lika med kylenergibehovet genom kylfaktorn (defaultvärde 3,0). Därtill energi för distribution etc enligt valt distributionssystem, se övriga punkter.
8. För byggnader med egen kombinerad värmepump/kylmaskin, där värme och kyla produceras samtidigt.....
9. För byggnader med fjärrkyla....(här föreslås att ett fast relationstal för elenergi i förhållande till kylenergi fastställs som representerar den sämre kvartilen av fjärrkyleleverantörerna. Detta motiverat av att expansionen framöver kommer att ske med allt sämre förutsättningar vad gäller tillgänglig frikyla, men kan naturligtvis diskuteras. I en

separat utredning analyseras all ingående el för fjärrvärmeleveransen inklusive pumpenergi och kreditering vid samtidig värme- och kylproduktion)

10. För anläggningar med enbart indirekt evaporativ kylning, så ingår elenergibehovet redan i SFP-kalkylen och ingen separat kalkyl krävs.

(i dessa anvisningar måste också anges hur drifttiden för distributionssystemet skall bestämmas, eftersom den ofta kan vara väsentligt högre än verkliga kyldrifftiden om inte pumpar och fläktar styrs helt efter kylbehovet. Möjligen är det enbart ventilationens drifttid som ger påtagligare tillskott till elåtgången)

För byggnader med samtidigt värme och kyla inom byggnaden beräknas kylförlusterna i distributionssystemet enligtsom ett tillägg på kylbehovet, och motsvarande tillägg läggs då på värmebehovet.

För byggnader med samtidigt värme och kyla till rum som är anslutna till samma korridor beräknas kylförlusterna i distributionssystemet enligtsom ett tillägg på kylbehovet, och motsvarande tillägg läggs då på värmebehovet.

För byggnader med samtidigt värme och kyla i byggnaden ökar beräknat värmebehov lika med tillfört kylbehov under samma period.

(Hur ska anvisningarna utformas för att identifiera om samtidig värme och kyla kommer att krävas. Hur stor är detta problem och vilka påslag på värme och kylbehovet kan man räkna med? Kräver en fördjupad utredning)

Pumpdrift för klimatanläggningar, beräknas enligt avsnitt 8.

Generella krav på program för kylenergiberäkningar

Byggnadens utformning kan tillsammans med solskyddslösningar påverka solvärmens värmetillskott och hur detta värmeöverskott kan inlagras i byggnadens stomme. I tidigt programskede kan en översiktlig energianalys visa med vilka medel behovet av kyla kan påverkas eller helt elimineras. Dessa analyser kräver relevanta rums- och verksamhetsbeskrivningar, så att personbelastningens nivå och tidsmässiga variationer kan uppskattas.

Normalt används kyldimensioneringsprogram för att dimensionera kyleffektbehovet under värsta driftfallet. Nu aktuella analyser avser genomsnittliga kylenergibehov och med åtföljande konsekvensanalyser av tillkommande behov av driftel och värmeenergi för denna kylning.

Följande beskrivningsparametrar ska kunna hanteras i dessa analyser:

- Solvärmetillskott med hänsyn till aktuella glas, areor, vädersträck, avskärmningsanordningar och extern avskärmning.
- Antal personer per rum/zon som dagsmedelvärde utifrån, antal arbetsplatser, andel av personalen i byggnaden (t.ex 80%) och arbetstid/dagstid vardagar (40/60 = 66%). (Som defaultvärde väljs en genomsnittlig personbelastning 12 timmar/dygn som 50% av antalet arbetsplatser)
- Energiklass för apparater (Watt/person x antal personer i verksamhet)
- Aktuell energiklass för belysning. (Watt/person x antal personer i verksamhet)

- Om belysningen skall antagas vara tänd samtidigt som värmebelastning från solljus
- Om rum/zon i normalfallet är öppen (öppen dörr) till angränsande rum/zoner eller inte (kräver flerzonsmodell för beräkningen).
- Byggnadsstommens tidskonstant och dess exponering för luften, samt in- och urladdningsenergies vid olika accepterade temperaturspann.
- Ventilationssystemets luftflöden och temperaturer, samt olika driftstrategier för ventilationen (dagdrift/nattdrift, dygnsdrift)

Analysen ska resultera i behov av tillförd extern (eller eget producerad) kyla, eldrift (eller tillförd värme) för kyla, eldrift extra för ventilation och pumpning.

(detta avsnitt bör kompletteras med en analys av vilka beräkningsprogram som klarar denna uppgift idag, om ngt).

BILAGA 2

Sammanlagring av värmelaster

Kylbehovet på verkas av de olika värmekällor som tillför värme under dygnet och de förluster som uppstår från väggar och ventilation. Högre värmeeffekter dagtid ger inlagring i byggnadens stomme och urlagring nattetid, förutsatt att värme- och kylreglerande system tillåter detta. Den mest komplicerade delen av detta är solenergiinflödet som påverkas av glasyta, glaskvaliteér och avskärmningar från omgivning och i konstruktion. Beräkning av resulterande kyleffekter kräver ingående datoriserade energiberäkningar, men i tabell 14 ges en bild av endast värmeförselkomponenten som genomsnitt under dagtid (12 timmar), för ett slutet kontorsrum på 10 m². Verkligt kylbehov kommer normalt att vara lägre då in-utlagring sker i byggstommen och då ett kontorsrum oftast inte har stängd dörr. Därmed sjunker kylbehovet radikalt. För kontorslandskap med färre yta per person ökar istället kylbehovet.

Energiklass	Apparater Watt/m ² , dag	Belysning Watt/m ² , dag	Person W/m ² , dag	Solvärme Watt/m ² , dag	Summa
A	3	3,5	6,7	2	15
B	5	5,6	6,7	3	20
C	6	7	6,7	5	25
D	18	15	6,7	10	50

Tabell 14. Uppskattade genomsnittliga värmeeffekter dagtid för tillstängt kontorsrum 10 m²

Ett alternativ till att beskriva kylbehovet per ytenhet är en personbaserad kylbehovskalkyl. Såväl ventilationsflöde, apparater, belysning som personvärme är personrelaterat. I slutändan måste dock energibalansen göras för byggnaden med dess beskrivna förutsättningar. För exemplet energiklass C i tabellen och med en varaktighetstid på 700 timmar krävs en elinsats till en kylkompressor (COP 3) på ca 6 kWh/m². Men då värmeeffekten under stora delar av perioden med komfortkyla till viss del kan kompenseras med kylande tilluft uppskattas elbehovet för aktiv kyla till ca 3 kWh/m². Därtill kommer elenergiebehovet för fläktdrift under 100 tillkommande timmar (nattid) på ca 3 kWh/m² vid ett luftflöde på 1,5 l/s,m².

Tekniken med nattkyla kopplad till vattenburet system i golvbjälklag, drar ca 0,3 kWh/m² under kylningssäsongen, men ger en kyleffekt begränsad till 120 Wh/m² och dygn. Detta utöver vad luftkylning med hygienluftflödet ger, som med nattdrift drar ca 3 kWh/m². Fördjupande analyser rekommenderas.

BILAGA 3**Indata för omfördelningsberäkningarna****Belysning i lokaler**

För ytor som är närvarostyrda används en schablon för tidsreduktion på x % som årsgenomsnitt.

För ytor som är dagsljusstyrda används en schablon för en effektreduktion på x % som årsgenomsnitt (kanske uppdelat i olika värden beroende på vädersträck).

Normala drifttider för de olika rumsfunktionerna anges i tabell 1. Dessa drifttider rekommenderas för beräkning både av referensbyggnadens och den aktuella byggnadens energianvändning.

(Här utvecklas en tabell som ger typiska drifttider för olika belysningsanläggningar/rumstyper, men mer utförligt än de exempel som ges i tabell 1. Dessa värden bör vara rimliga, men är inte kritiska eftersom samma tider används både av referensbyggnadens och den aktuella byggnaden. Det gör det också möjligt att själv välja annan drifttid som bättre stämmer med verksamhetens uppläggning. Lämpliga drifttider kan diskuteras fram i en expertgrupp)

För rum med arbetsplatsrelaterad belysning tillämpas ekvationen:

$$5 \times \text{Area} \times \text{drifttid} + 50 \times \text{person} \times 0,5 \times \text{drifttid}.$$

Faktorn 0,5 är en reduktionsfaktor för att ta hänsyn till att arbetsplatsens belysning är anpassad till närvaro och beteende.

(Även denna faktor kan ses över i en expertgrupp)

$El_{bel} = \text{Effekt}_{bel} \times \text{Area} \times \text{drifttid}$, för respektive rum/zon, där effekt avser genomsnittlig effekt under året

El_{bel} utgör elanvändningen på årsbasis.

För vintersäsongen kommer den belysning som är dagsljusstyrd att ligga högre och då erhålls ett motsvarande högre värmetilskott.

Andel el som blir nyttig spillvärme under tid uppvärmningsbehov föreligger, ansätts till xx %.

(en viss temperaturskiktning uppstår, varför inte all värme hinner bli nyttiggjord innan luften lämnar byggnaden. I byggnader med värmeåtervinning, dock nästan allt. Förslagsvis ansätts 90% tills vidare. Kanske finns andra europeiska studier på detta)

För sommarsäsongen kommer den belysning som är dagsljusstyrd att ligga lägre och då erhålls ett motsvarande lägre värmetilskott.

El_{bel} beräknas därför också för sommar- respektive vinterlast som underlag för beräkning av kyla-, respektive värmebehov.

(även detta kan kräva närmre instruktioner och lämpliga schablonvärden)

För byggnader över 1000 m² som inte uppfyller kravet enligt 2.3 – 2.5 om styrning för nattsläckning, tillkommer ett pålägg för belysningsel motsvarande:

$$(8765 - \text{drifttid}) \times \text{byggnadens yta} \times S \times K \text{ (Wh)}$$

$S = \text{ytspecifik belysningseffekt (Watt/m}^2\text{)}$ för sekundära ytor enligt vald energiklass (se tabell x i avsnitt 4).

$K = \text{korrigeringsfaktor}$, baserad på emirisk mätstudie av vilka belysningseffekter ostyrda lokalbyggnader uppvisar.

(Faktor K måste alltså hämtas i kommande studier, men kan uppskattningsvis ges ett mildt antagande i en expertgrupp, i avvaktan på en sådan studie. Det är även möjligt att denna faktor ska differentieras för olika byggnadskategorier, typ kontor, skolor, etc. Kanske kan en sådan studie ingå i planerade statistiska mätstudier för lokaler, enligt STEMs förslag)

Luftbehandling i lokaler

Luftflödet Q , baseras på hygienluftflöde i referensbyggnaden, beräknat enligt

$$Q = 0,35 \text{ l/s,m}^2 + 7 \text{ l/s, person.}$$

För ytor som är närvarostyrda används de reduktionstal för det personrelaterade luftflödet som redovisats i rumsbeskrivningen för referensbyggnaden. För den aktuella byggnaden används projekterade dimensionerande luftflöden, samt eventuella reduktionstal i de fall utrustning/styrning för den avses installeras.

Elanvändning för fläktar beräknas i referensbyggnaden som

$$\text{El fläkt} = \text{SFP-värde}_{\text{krav}} \times \text{Systemtid} \times Q_{x, \text{dim}} \times R_{\text{medel}}$$

SFP-värde_{krav} , $Q_{x, \text{dim}}$ och R_{medel} har redovisats i avsnitt 3.2.

I byggnader där ventilationen går konstant dygnet runt under sommarperioden för att kyla byggnaden beräknas den tillkommande elåtgången för nattdrift, men bokförs inom avsnittet klimatkyla.

Byggnader med ventilationsdrift året runt, med väsentligt lägre luftflöden, kan den tillkommande elåtgången för aktuell byggnad behöva beräknas utifrån SFP-värdet för natt/helgdriften.

Andel el som blir nyttig spillvärme under tid uppvärmningsbehov föreligger, ansätts till 0 % för frånluftssystem och 50% för FTX-system.

(Reduktionstalen sätts relativt moderat. Det innebär att det finns ett incitament till att göra styrningen så bra som möjligt, eftersom en verifiering då ger lägre verklig elåtgång. Ekvationen ovan innebär att SFP uppskattas vara relativt konstant inom det aktuella reglerområdet).

Kontorsapparater

I det fall ingen anordning för bortkoppling av apparater natt/helg ska installeras, påförs för den aktuella byggnaden en eltgång motsvarande:

$$El_{standby} = 15 \times \text{antal arbetsplatser} \times (8765 - 2.300) \text{ Wh}$$

(Detta motsvarar ca 8 kWh/m² extra el om 15 m²/arbetsplats. Siffran 15 kan behöva revideras om empiriska studier visar andra nivåer, men här ingår även påslagna datorer och transformatorer till bordsbelysningar, som kan kopplas bort med denna funktion.

För beräkning av värmeenergibehovet har det betydelse vilket referensvärde för apparater dagtid som ansätts, men beskrivs inte här).

Komfortkyla och pumpar

För referensbyggnaden ingår en elanvändning för komfortkyla och pumpar motsvarande energiklass C.

För aktuell byggnad beräknas kylenergibehovet enligt beräkningsanvisningar i bilaga 1 och därmed dess indirekta åtgång av el för kylning och kyldistribution.

Andel el som blir nyttig spillvärme under tid uppvärmningsbehov föreligger från pumpar i värmesystemet, ansätts till 100 %.

Kyl, frys och kyl/frys-skåp i bostadshus

För referensbyggnaden ingår en elanvändning för matförvaringsskåp motsvarande energiklass A.

I programfas mängdas vitvaruprogrammet och schablonvärden för energiklass A tillämpas i kalkylen. För aktuell byggnad väljs schablonvärden för vald energiklass. Schablonvärdet utgörs av medelvärdet för apparatutbudet enligt

(schablonvärden utarbetades i MEBY-projektet baserat på Konsumentverkets marknadsöversikter. Hur detta kan hanteras framgent som underlag för omfördelningsberäkningar bör diskuteras närmre med KV)

Tvätt och tork

Energiåtgång för tvätt och tork i tvättstuga beräknas enligt följande:

$$El_{tvätt} = Tv/2,5 \times El_{klass} + Tv \times R \times Eff_{tork} \text{ (kWh/år), där}$$

$$El_{klass} = \text{tvättmaskinerna energiklass enligt avsnitt 8.}$$

$$Eff_{tork} = \text{torkmaskinerna energiklass enligt avsnitt 8.}$$

$$Tv\ddot{a}ttvolymen, Tv = \text{Person} \times Tv\ddot{a}tt \times Kvot \text{ (kg/år)}$$

Person = antal personer i byggnaden och bestäms i programskede enligt tabell 15.

Tvätt = kg tvätt per person (schablonvärdet 200 kg/år, person)

Kvot = andel tvätt i tvättstuga, enligt följande:

- 0,5 om tvättstuga i samma byggnad
- 0,4 i byggnad bredvid
- 0,25 i området

	antal lgh/storlek	antal personer/lgh
1 rok		1
2 rok		1,4
3 rok		2,1
4 rok		2,8
> 5 rok		3,5
Summa antal		

Tabell 15. Personprognos i programskede för nyproducerade flerbostadshus. Källa MEBY.

(Underlaget för denna del är hämtad från MEBY-projektet och beräkningsmetodiken och data testats på ett objekt med mycket bra överensstämmelse med verkliga data)

Övriga elapparater

För övriga elapparater ansätts en elanvändning på 5 kWh/m², såväl för referensbyggnad som för aktuell byggnad. Av denna elanvändning ansätts 0% som spillvärme oavsett vinter eller sommarperiod.

(Underlag för uppskattning av elåtgång för övriga apparater har hämtats från avsnitt 10. För flerbostadshus har MEBY-projektet redovisat ett påslag för övrig fastighetsel på 3,4 kWh/m² men då ingår inte eventuella elvärmare för takerännor, mm och motorvärmarruttag som istället har egna beräkningsanvisningar. Dessa anvisningar har ett värde i en handbok så att man tidigt kan se konsekvenserna av denna typ av installationer, men kan med fördel bakas in i det utrymme som ges för elinstallationer allmänt. Motorvärmarruttagen kan dock motiveras att ligga separat så att en fastighet med många motorvärmarruttag inte straffas, vilket alltså bör övervägas)