



# **Energirelaterade godhetstal för flerbostadshus - Ombyggnation**



**Februari 2011**

**Eje Sandberg**

**ATON teknikkonsult AB**

## Förord

Denna rapport har utarbetats på uppdrag av energimyndighetens beställargrupp BeBo (Beställargrupp för Bostäder).

Avstämningar för ett tidigare utkast har genomförts med en mindre arbetsgrupp som lämnat värdefulla synpunkter:

Kjell Berndtsson, Riksbyggen, projektombud

Jonas Tannerstad, Örebrobostäder

Niklas Jakobsson, Uppsalahem

Catarina Warfvinge, Bengt Dahlgren AB

Ulrika Jardfelt, SABO

Därefter har rapporten genomgått en revidering och komplettering. Rapporten har sammanställts av ATON Teknikkonsult AB, med Eje sandberg som projektansvarig.

Syftet med dessa godhetstal för flerbostadshus är att stötta byggherrar som önskar bygga med bättre prestanda än BBRs minimikrav. Rapporten avses publiceras på BeBos hemsida. Genom att fastställa rekommenderade ”godhetstal” för byggnaders och delsystems prestanda underlättar man för beställare och andra i branschen vid bland annat upphandlingar.

Motivet för BeBos del är att det idag saknas en sammanställning av energikrav för olika delsystem inom flerbostadshus.

Denna rapport är anpassad för ombyggnation. För nyproduktion finns en anpassad motsvarande rapport. En hel del av materialet är dock gemensamt.

# Innehållsförteckning

1. Inledning.....	4
2. Byggnadsnivå.....	6
2.1 Energirelaterade miljöparametrar.....	6
2.1.1 Termiskt klimat vintertid.....	7
2.1.2 Termiskt klimat sommartid.....	7
2.1.3 Luftkvalitet.....	8
2.1.4 Fuktskydd.....	8
2.1 Specifik energianvändning.....	9
3. Klimatskal.....	11
3.1 Fönster och solskydd.....	11
3.1.1 Utbyte.....	11
3.1.2 Komplettering av befintliga fönster.....	13
3.1.3 Fönsterdörrar.....	13
4 Ventilationssystem.....	15
4.2 Kompletterande funktionskrav för ventilationssystem.....	20
5 Värmesystem.....	21
5.1 Värmereglering.....	21
5.2 Rörisolering.....	21
5.3 Fördelningsmätning värme.....	22
5.4 Pumpar i värmesystem.....	22
6. Tappvarmvatten.....	23
6.1 Krav på tappvattenblandare.....	23
6.2 Fördelningsmätning varmvatten.....	23
7 Elkrävande utrustning.....	24
7.1 Belysning.....	24
7.2 Hiss.....	25
7.3 Tvättmaskiner och torkutrustning i tvättstugor.....	26
7.4 Tvätt, tork och disk i bostaden.....	27
7.5 Elvärmare.....	28
8 Värmeproduktion.....	29
8.1. Värmepump - bostadsaggregat i radhus, mm.....	29
8.2. Frånluftsvärmepump i byggnad med gemensamma ventilationsaggregat och fjärrvärme.....	30
8.3 Solvärme för varmvatten.....	30
8.4 Undercentral - fjärrvärme.....	31
9 Kulvertisolering - sekundärnät.....	31
10. Mätning och uppföljning.....	32
11. Referenser.....	33
 Bilaga 1. Belysningsinstallationer.....	 34

# 1. Inledning

Energimyndigheten har på regeringens uppdrag utarbetat ett förslag<sup>1</sup> till hur Sverige ska nå det gemensamma europeiska målet om ”nästan nollenergihus” för nyproduktion (senast 2021), liksom målnivåer vid större renovering av befintliga byggnader. Enligt energimyndighetens förslag ska energianvändningen efter renoveringen vara högst 70 procent i förhållande till BBR:s gällande minimikrav (2010), se även följande tabell.

Byggnadskategori/ Geografisk zon	Icke elvärmda [kWh/m <sup>2</sup> , år]			Elvärmda [kWh/m <sup>2</sup> , år]		
	I	II	III	I	II	III
Bostäder	105	90	75	70	55	40

**Tabell 1. Målnivåer för energianvändning efter större renovering av befintliga bostadsbyggnader. Källa: Energimyndigheten.**

Som kontrollstation anges att målet bör vara att år 2015 ska 40 procent av de renoverade byggnaderna uppfylla den föreslagna målnivån.

I Energimyndighetens nationella strategi anges att målet ska nås genom att byggnaderna ska ha:

- Mycket energieffektivt klimatskal
- Mycket energieffektiva installationer
- En stor andel av den energi som behövs ska vara förnybar

Energimyndigheten betonar vikten av ett större systemperspektiv när energianvändning ska värderas, dvs vilka energiresurser krävs i hela kedjan när ett visst energislag väljs.

Med detta som utgångspunkt redovisas i denna rapport godhetstal som kan leda mot dessa övergripande mål, byggnader med mycket låga energiförluster och effektiva även i ett större systemperspektiv.

Om byggnadens renovering är omfattande så ska BBRs energikrav för nyproduktion uppfyllas. Men detta krav enligt PBL har saknat föreskrifter och har i realiteten inte påverkat de åtgärder som valts att genomföras. Under 2011 har en remiss på förslag till föreskrifter om ändring i verkets byggregler lämnats av Boverket. Dessa omfattar föreskrifter och allmänna råd angående när kraven enligt plan- och bygglagen, samt plan- och byggförordningen som gäller vid nybyggnad, även ska vara tillämpbara vid renovering.

Förslagen inkluderar även byggnadens energiegenskaper. I de råd som lämnas finns en rad restriktioner mot förändringar som också bör uppmärksammas i samband med ändring. Begreppet ändring omfattar även anpassningsåtgärder och upprustning som ger ändrade egenskaper.

Förslaget till föreskrifter vad gäller byggnaders energiegenskaper i samband med renoveringar är dock inte relaterat till Sveriges strategier för att nå de uppsatta energimålen för den befintliga bebyggelsen.

Beställargruppen för bostäder (BeBo) har genomfört några projekt som också givit underlag till denna rapport, men flera mycket intressanta projekt pågår och kommer först ge resultat och kunskap efter det dessa utvärderats, bland dessa kan speciellt nämnas teknikupphandlingsprojekt för värmeåtervinningssystem, samt projektet ”Rekorderliga renoveringar” som omfattar sju projekt där åtgärds paketerna ska resultera i ett reducerat behov av köpt energi med minst 50 procent.

<sup>1</sup> Uppdrag 13: Nationell strategi för lågenergibyggnader, ER 2010:39. Energimyndigheten 2010.

Denna rapport, ”Godhetstal för energieffektiva bostäder”, är en balansgång mellan en kortfattad översikt i tabellform och en mer genomgripande guide i form av en handbok. Det är inte en handbok och inte heller en skolbok i energieffektivitet utan ett översiktligt dokument som ska ge vägledning för fastighetsförvaltare som står inför upphandling av en hel byggnad eller utbyten av systemdelar eller komponenter.

Behövs en mer detaljerad teknisk information om vilka tekniska åtgärder som är möjliga att genomföra, metoder för att analysera förutsättningarna för dessa och hur besparingseffekter kan beräknas, finns en detaljerad informativ vägledning i rapporten ”Metoder för besiktning och beräkning – bostadsbyggnader”<sup>2</sup>.

En bra vägledning finns också i Renoveringshandboken<sup>3</sup>.

I många fall ger en mer genomgripande livscykelkostnadsanalys det bästa beslutsunderlaget, men kan tyckas för krävande, särskilt om en del uppgifter saknas. Godhetsstal kan då ge en nyttig vägledning, en guide. Godhetstal kan också öppna upp ögonen för lösningar man annars inte tänkt på eller känt till.

Den för varje objekt ”bästa lösningen” är helt beroende på de lokala förutsättningar, förvaltarens tidsperspektiv och den situation och de problem som ska lösas. I rapporten lämnas därför två alternativa nivåer på godhetstal där så är möjligt, utan någon egentlig värdering om vilken av dessa som är bäst. Alternativ A ger lägst energiåtgång (energieffektivast).

Vidare har guiden utformats med ett ikryssningsformat, så det ska vara enkelt att kopiera av relevanta textdelar och själv kryssa för de alternativ som passar bäst och i tillämpliga delar bifoga dessa i förfrågningsunderlag eller som bilaga i kontrakt och avtal.

Valet kan göras på den systemnivå som är lämpligast beroende på t.ex. entreprenadform eller beroende på hur detaljerat beställaren vill styra upphandlingen.

---

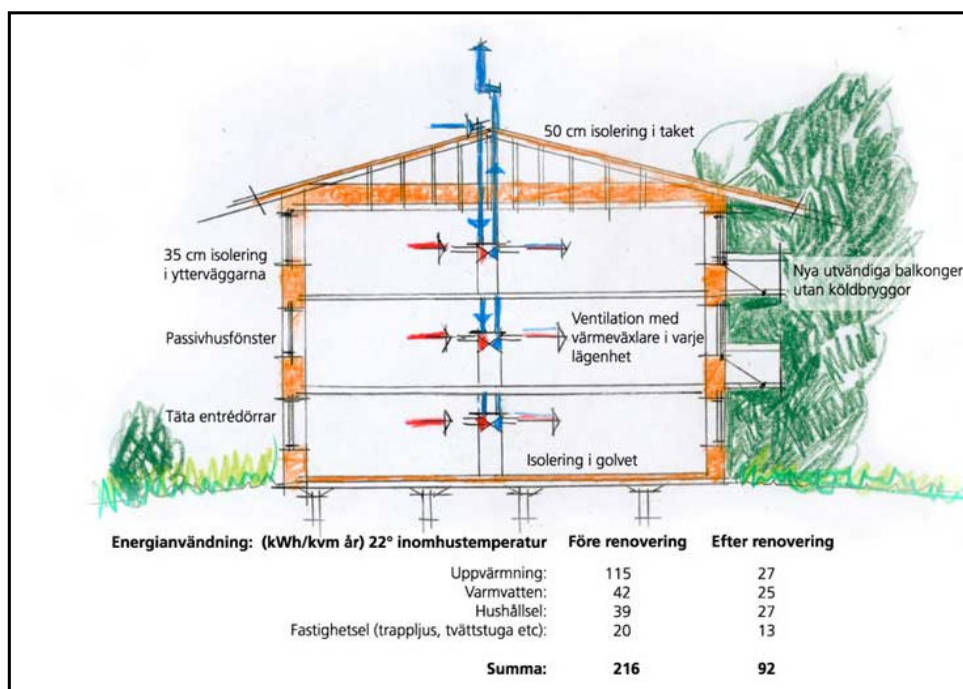
<sup>2</sup> Metoder för besiktning och beräkning – bostadsbyggnader. Aton Teknikkonsult AB. Rapporten finns nedladdningsbar på [www.aton.se](http://www.aton.se)

<sup>3</sup> Renoveringshandboken för hus byggda 1950 – 75. VVS Företagen. ISBN 978-91-976619-6-5.

## 2. Byggnadsnivå

För radikala ombyggnadsprojekt som syftar till att uppnå nybyggnadsstandard eller i närheten av dessa hänvisas till den motsvarande BEBO rapporten "Energirelaterade godhetstal för flerbostadshus – Nyproduktion" vad avser metodiken för att formulera övergripande krav på hela byggnaden och att verifiera dessa.

När mer omfattande ändringar och upprustningar planeras för befintliga byggnader ska Boverkets föreskrifter vid "ändring" följas och avser byggnadens alla egenskaper.



Figur 2.1. Kv Brogården Alingsås. Åtgärder och beräknade åtgångstal. Källa Passivhuscentrum Alingsås.

### 2.1 Energirelaterade miljöparametrar

Byggnadens utformning och installationer påverkar inte bara energianvändningen utan också inneklimat, ljud och ljus. Olika miljörelaterade krav kan vara lämpliga att ställa parallellt med energikrav.

Det är ofta så att den byggnad där energikostnaderna är höga, inte heller har de innemiljömässiga egenskaper som man normalt kräver. Det kan t.o.m. vara så att inneklimat och andra miljömässiga egenskaper är så dåliga att detta är motivet till varför byggnaden måste åtgärdas. Dåligt inneklimat går oftast hand i hand med dåligt klimatskal och dålig ventilationsstatus.

Kan energibesparande åtgärder kanske bekosta den miljömässiga förbättring som ändå måste till? Frågeställningen är rätt så till vida att samordningsvinsterna är stora när man både ser till miljöförbättringar och förbättring av energistatus. Men mer radikala energiförbättringar är svåra att ekonomiskt motivera om man inte samtidigt ser till de miljömässiga förbättringar som också blir resultatet. Därför bör alltid en helhetsyn läggas på dessa ROT-åtgärder. Ska byggnaden upprustas för att stå sig ytterligare en 40-års period och kommer de miljö- och energikrav som kommer ställas på byggnaden att klaras.

Här hanteras de miljökrav där tydliga kopplingar finns till energiegenskaper. I övrigt hänvisas till nybyggnadsreglernas minimikrav som alltid gäller, till Miljöklassad byggnad<sup>4</sup> som är ett miljöklassningssystem och till Miljöstyrningsrådets<sup>5</sup> upphandlingskriterier för nybyggnad av flerbostadshus. Dessa två dokument ger både guidning och kompletterande förslag inom de miljörelaterade delarna. De hanterar även i begränsad utsträckning energifrågor, men inte alls lika ingående som detta upphandlingsdokument.

### 2.1.1 Termiskt klimat vintertid

I rum med stora fönster måste man vara uppmärksam på skillnaden mellan lufttemperatur och operativ temperatur.

Operativ temperatur > 20 grader

Operativ temperatur > 18 grader (BBR – krav)

Verifiering: Kalkylering i projekteringsfas, samt detaljerade termiska analyser om större sammanhängande glaspartier ska väljas. Verifieringen avser hela vistelsezonen enligt BBRs definition.

#### Kommentarer

Lågenergihus med bra isolering ger en jämn innetemperatur, varma golv och ytterväggar mm, men stora samlade glaspartier kan ge stor värmeutstrålning ("kallstrålning") och då ge sämre komfort, speciellt om inte glas med mycket lågt U-värde valts och motstrålade värmare vid yttervägg saknas. Kravet är alltså enbart aktuellt för byggnader där ett ur termisk synvinkel riskfyllt utförande övervägs.

Drag. BBRs minimikrav på lufthastighet i ett rums vistelsezon ( $\leq 0,15$  m/s under uppvärmningssäsong) ska följas upp med mätning.

#### Kommentarer

För byggnader med frånluftssystem där friskluft tas in bakom radiator, kommer friskluften inte förvärmas under perioder då radiatoren inte är tillslagen och kan då skapa komfortproblem och drag.

Även olämpligt placerade och olämpligt utformade tilluftsdon kan skapa dragproblem i vistelsezonen. Finns risk att entreprenören väljer olämpliga lösningar bör en mätuppföljning göras. Dragproblem kan även fångas upp via boendekäter, men blir inte lika precisa.

### 2.1.2 Termiskt klimat sommartid

I de fall det termiska klimatet är ett problem, eller åtgärder som ökar byggnadens solinstrålning planeras, kan krav på termiska egenskaper sommartid rekommenderas, t.ex. något av följande två alternativ.

Innetemperatur under perioden april – september ska inte överstiga 26 grader mer än högst 10% av tiden i det mest utsatta rummet (eller den mest utsatta delen i byggnaden). Verifiering för byggnation sker med simuleringsstudie.

#### Kommentarer

Socialstyrelsen anger som indikativt värde för fortsatt utredning, uppmätt värde: över 26 °C sommartid<sup>6</sup>. Ovanstående kravformulering rekommenderas också i kriteriedokumentet för passivhus, där hänsyn måste tas till att "sommarterioden" för lågenergihus kan börja redan i slutet av mars. För beräkning finns flera webbaserade program för beräkning av "värmebalans i rum".

<sup>4</sup> Se Boverket.

<sup>5</sup> Se [www.msr.se](http://www.msr.se)

<sup>6</sup> Socialstyrelsens allmänna råd om temperatur inomhus. SOSFS 2005:15

Solvärmefaktor:  $< 0,036$ , där solvärmefaktor =  $A_{\text{glasr}}/A_{\text{golv}} * \Sigma g$

I solfaktorn ( $\Sigma g$ ) ingår solskyddsglas, persienn, markis eller annan typ av solavskärmning ( $\Sigma g = g\text{-glas} \times F_{\text{konstruktion}} \times F_{\text{glas}} \times F_{\text{horisont}} \times F_{\text{solskydd}}$ ).

Verifiering: Solvärmefaktor bestäms enligt ekvationen för representativa solutsatta delar, normalt i byggnadens övre plan.

#### Kommentarer

Detta alternativ är ett enklare sätt att uppskatta den termiska situationen än genom simuleringsberäkningar av innetemperaturen.

g-värden för solskyddsåtgärder kan bestämmas med beräkningsprogrammet Parasol ([www.parasol.se](http://www.parasol.se)).

### 2.1.3 Luftkvalitet

Uteluftsintag – filtering. Om trafikerat läge skall uteluftsintag förses med utbytesbara filter av minst filterklass EU7.

Verifiering: mätning av yttre miljö innan, projekteringshandlingar, eftermätning

Luktöverföring mellan lägenheter. Tätningsåtgärder genomförs. För täthetskrav, se 3.1.

Verifiering: täthetsmätning, boendeenkät.

Ventilationsflöden ska uppfylla BBRs nybyggnadskrav.

#### Kommentarer

Om mätningar visar oacceptabelt höga halter NO<sub>2</sub> i inomhusluft kan FTX med uteluftsintag på tak eller baksida vara lämplig åtgärd.

### 2.1.3 Ljudmiljö

Ljud från ventilationssystemet skall klara minst ljudklass B i sovrum, enligt SS 02 52 67.

Verifiering: mätning i representativa utrymmen och där högsta värden kan förväntas.

#### Kommentarer

Byggnader med ventilation som baseras på FTX-system har i regel små yttre ljudstörningar. Om starkt trafikerad miljö, bör särskild utredning göras. Att byggnaden därmed blir skyddad från yttre ljud och upplevs som tyst ökar dock känsligheten för ljudstörningar från ventilationssystemen, vilket motiverar särskilda krav.

Även krav på ljudnivå från omgivande buller till bostaden kan behöva ingå i kravspeficikationen om sådana störningar är en utgångspunkt för ombyggnationen.

### 2.1.4 Fuktskydd

En fuktskyddsbeskrivning upprättas, där uttorkningstid och kontrollpunkter (mätmetod, max fukthalt, etc) för fuktdimensionerade delar ska anges och hur ett fuktsäkert genomförande av bygget ska säkras och max fukthalt för inkommande byggmaterial till konstruktionen.

Fuktskyddsbeskrivningen ska granskas av tredje part och ingå i dokumentation inför byggstartsbesked. Se även, kontrollsystem för att motverka byggfukt, enligt Rådet för ByggKompetens.



### Kommentarer

Lågenergihus med bättre isolering, tätare konstruktioner och låga värmeeffekter från värmesystemet innebär att risk för fuktskador kan öka vid slarv under byggnation om fuktiga material tillåts byggas in i väggkonstruktionen.

## **2.1 Specifik energianvändning**

Energianvändningstal på byggnadsnivå som är ekonomiskt lämpliga att kräva i samband med upprustning och ändring kan inte ges utan en analys av just den aktuella byggnadens förutsättningar, kvarvarande livslängd och dess läge. Varje byggnads förutsättningar är unika och bedömningen bör ske utifrån tekniska möjligheter och dess ekonomiska vinster (LCC-kalkyl<sup>7</sup>). För byggnader som ska stå under en lång period fram i tiden bör ambitionsnivån vara hög. Då kan åtgärder som genomförs stå sig även vid ökande energipriser.



**Figur 2.1 Kv Brogården Alingsås efter ombyggnad. Fullständigt utbyte av flera systemdelar: fasad, fönster och ventilationssystem**

Projekt som ses i ett helhetsperspektiv, där byggnadens alla egenskaper och potentiella marknadsläge beaktas har större förutsättningar att lyckas ekonomiskt. Många åtgärder kan behöva samlas ihop till en helhet. Modernisering av byggnadens utseende och komplettering av dess egenskaper kan ge andra mervärden. Exempelvis kan en tillbyggnad av ett våningsplan både ge intäkter och möjligheter att lösa upprustning och värmeisolering av yttertak, kanalisering och aggregatplacering på en gång. Exempel finns både i Sverige och utomlands på detta tänkande<sup>8</sup>. Denna rapport om godhetstal är begränsad till de energirelaterade talen.

För åtgärder som minskar energianvändningen bör de olika systemsamband beaktas som finns mellan de olika delsystemen:

- Värmeåtervinning med FTX-system (se avsnitt 3.2) förutsätter att också klimatskalet tätas med sikte på nivån 0,4 l/s,m<sup>2</sup> eller bättre (se avsnitt klimatskal 3.1.).
- Ventilationstekniska åtgärder påverkar värmebehovet.
- Utbyte av fönster till högeffektiva fönster, kommer sannolikt att också ge tätare klimatskal om samtidig tätning av fönsterkarm mot vägg. Hur tilluft ska säkras i byggnader med S- eller F-ventilation måste samtidigt lösas.

<sup>7</sup> LCC, livscykelkostnadsanalys.

<sup>8</sup> Energieffektivisering av referenskvarteret Trondheim inom Järvalyftet, IVL Rapport B1887

- Äldre byggnader som tilläggsisoleras, kan ha betydande kvarvarande värmeförluster via köldbryggor som kan vara svåra att åtgärda utan mer radikala insatser, t.ex inbyggnad av balkonger som utgör del av betongkonstruktionen.
- Samtliga åtgärder som påverkar värmebehovet måste kombineras med ny injustering av värmesystemet om förväntade resultat ska erhållas.

Byggnadens nuvarande energitekniska egenskaper uppmäts, inventeras och läggs in i en energibalanskalkyl<sup>9</sup>. Effekter av föreslagna lönsamma åtgärder konsekvensbelyses och ett övergripande krav på byggnadens specifika energianvändning tas fram..

#### Kommentarer

Detta borde redan vara resultatet av en seriöst genomförd energideklaration. Saknas en sådan kan förnyade analyser alltid genomföras även innan nästa deklARATION är tvingande enligt lag.

En ingående beskrivning av metodik för att besiktiga byggnader och identifiera åtgärdsförslag för byggnadens olika systemdelar ges i rapporten ”Metoder för besiktning och beräkning” (not 1).

En täthetsprovning av byggnaden i sitt nuvarande skick, kan ge bra kompletterande kunskap.

När byggnaden lagts in i en simuleringsmodell kan energianvändningen för olika åtgärder enkelt beräknas.

För upphandling av energideklarationer och genomförandeprocesser finns vägledning:

1. Något att deklarerat? Stöd för upphandling och förarbeten inför energideklarationer.([www.offentligafastigheter.se](http://www.offentligafastigheter.se))
2. Vägledning för miljöanpassad upphandling av EPC<sup>10</sup>, Miljöstyrningsrådet ([www.msr.se](http://www.msr.se))

#### **Exempel energibesparing med olika åtgärder**

5-plans flerbostadshus med 19 % fönsterarea/ $A_{temp}$  har före åtgärd U-värde vägg på  $1,0 \text{ W/m}^2$ , fönster  $3,0 \text{ W/m}^2$ , luftläckage  $1,0 \text{ l/s, m}^2$ , och ingen värmeåtervinning. Ort med 100.000 gradtimmar före åtgärder.

<b>Åtgärd</b>	<b>Besparing, ca</b>
Byte fönster till 0,9:	40 kWh/m <sup>2</sup>
Tilläggsisolering (150 mm EPS) och tätning till 0,3 l/s,m <sup>2</sup> :	40 kWh/m <sup>2</sup>
Installation FTX 87% verkningsgrad:	49 kWh/m <sup>2</sup>

Åtgärden med FTX-system förutsätter att tätning genomförts för klimatskalet. Åtgärdernas effekt har beräknats var för sig och kan inte summeras rakt av eftersom uppvärmningssäsongens längd kortas..

<sup>9</sup> Se metodik i referens 2, som också ger underlag för kalkylering av besparingsresultat.

<sup>10</sup> EPC, energy performance contracting.

### 3. Klimatskal

En upprustning av klimatskalets energiprestanda (isolering, täthet etc) bör ha en nulägesanalys som grund:

- Är fasaden i upprustningsbehov ändå?
- Finns fukt- och mögelskador?
- Är inneklimatet dåligt på grund av kraftigt läckage och av stora köldbryggor?
- Är fönsterkarmar och fönsterbågar i dåligt skick?
- Finns andra åtgärder som också måste vidtas, som stambyten, köksupprustning, ommålning, installation av ventilationssystem, ljudisolering mellan lägenheter, etc?
- Vad blir byggnadens kvarvarande livslängd vid endast en begränsad upprustning?
- Kommer byggnaden klara framtidens krav på hushållning med energi, med endast begränsade åtgärder idag och som sen måste göras om i ”morgon”?
- Är rivning ett bättre alternativ?
- Kan åtgärder på vind och fasad utformas så en lösning erhålles också för ventilationen, t.ex. för dragning av tilluftskanaler från ett FTX-aggregat?

Utan svar på dessa frågor kan inga åtgärdsförslag utarbetas. En utmärkt kunskapsöversikt kring äldre byggnaders typiska tal för dess värmeisolering (U-värden), vilka åtgärdsalternativ som kan övervägas, hur inventeringen kan utföras, hur åtgärderna kan beräknas och exempel på kostnader ges i kapitel 12 ”Klimatskärn” i rapporten ”Metoder för besiktning och beräkning”.

Motiven för att alltid ställa krav på täthet i lågenergihus är många. Det är en förutsättning för att kunna återvinna värme via värmeväxlaren i FTX-aggregatet. Om klimatskalet inte är tätt ökar risken för att fuktig inneluft läcker ut i klimatskalets konstruktion och som då under vissa klimatförhållanden kan kondensera.

I rapporten ”Bygga lufttäta”<sup>11</sup>, finns i bilaga 2 en översiktlig inventeringslista för var otätheter i befintliga byggnader kan hittas, samt en god vägledning i praktiskt täthetsarbete och vilka mer detaljerade krav som kan ställas vid upphandling.

Klimatskalets energitekniska egenskaper väljs utifrån byggnadens förutsättningar och de energiegenskaper som avses för hela byggnaden.

U-värden, köldbryggor och läckflöde, ska bestämmas och ingå i en energiberäkningsmodell som underlag för åtgärdsförslagen.

Åtgärder för klimatskalet ska optimeras ekonomiskt (LCC) i ett helhetsperspektiv tillsammans med övriga åtgärdsförslag för byggnaden.

#### 3.1 Fönster och solskydd

##### 3.1.1 Utbyte

	Alternativ A	Alternativ B	Kommentar
<b>Fönster U-värde (W/m<sup>2</sup>,K)<sup>12</sup></b>			EN ISO10 077-1,-2
- Fasta fönsterpartier	≤ 0,70	≤ 0,90	Ex altanfönster, bottenvåning.
- Öppningsbara fönster	≤ 0,75-0,80	≤ 0,90	
- Vädringsbarhet	Glidhängd, DrehKipp	Sidohängd	Se kommentarer

Tabell 3.1 Godhetstal fönster.

<sup>11</sup> ByggaL - Metod för byggande av lufttäta byggnader, SP Rapport 2010:73

<sup>12</sup> Värde avser fönster inklusive glas, karm och båg.

- Fönster enligt alternativ A väljs.
- Fönster enligt alternativ B väljs.
- Det yttre glaset ska ha ett solskyddsglas, som ger g-värde glas på: .....
- Fönster ska inkludera färdigmonterade mellanliggande persienner.  
(Eventuellt begränsat i viss fönsterriktning)
- Produkten ska vara energimärkt.
- Operativ temperatur vinterperioden beräknas för större sammanhängande fönsterpartier.
- Fönstrets placering i vägg ska optimeras utifrån målet att minimera köldbryggor i fönsteröppningen.

Innetemperatur för sommarperioden (se avsnitt 2.1.2).

#### Kommentarer

För större byggnader är fönster den dominerande förlustposten. Lågt U-värde ger också bättre värme komfort, dvs vistelsezonen flyttas längre ut mot väggen, även där fönster finns. För byggnader utan motstrålände radiatorer, är låga U-värden för fönstren än mer väsentliga för bra komfort vid uteväggen.

Fasta fönster är ca 0,1 enhet bättre än öppningsbara. Vid åtkomlighet utifrån (balkong) är fasta fönster därför en fördel.

Fönster enligt alternativ A har också bättre isolering i karm och båge för att förhindra värmeläckage, se figur.



**Figur 3.1 Karm och båge med brott för köldbryggor. Källa NorDan**

Ju större sammanhängande fönsterpartier, ju lägre U-värde krävs för att förhindra kallstrålning.

Fönstrets placering i väggen har betydelse för köldbryggorna i dess infästning. Normalt minskar förlusterna om fönstret placeras ut till isoleringsskiktet med lämpliga fästningsanordningar. Placeringen påverkar djupet i fönsternischen, men hänsyn kan även behöva tas till risken för utanpåliggande kondens för byggnader i utsatta lägen.

#### Vädring

Energieffektiva byggnader har en förlängd ”sommarperiod” med vädringsbehov. Beslag med t.ex. DrehKipp eller KippDreh gör det möjligt att öppna i fönstrets överkant, vilket minimerar drag i

vistelsezonen, risk för regn och är mer barnsäkert. Dessa beslag försämrar normalt fönstrets U-värde med ca 0,1 enheter.

#### Solskydd

Speciellt i öst- och västlig riktning ger inte utskjutande balkonger tillräckligt med solskydd.

Välj fönster med persienner monterade i fabrik och som klarar täthetskraven, eller utanpåliggande solskydd. Eftermonterade persienner kan försämrare klimatskalets täthet. Genomföringsnipplar för fönstersnören måste vara i särskilt ”lufttätt” utförande.

Solkyddsglas med låg solljustransmittans (g -värde) väljs om behov av solavskärmning finns och detta inte kan ordnas med yttre solavskärmning eller mellanliggande persienner.

#### Kvalitetsmärkning

Om produkten är energimärkt innebär det att vald fönstermodell kontrollerats enligt internationell standard. Energimärkta fönster finns på [www.energifonster.nu](http://www.energifonster.nu).

#### Utanpåliggande kondens

Fönster med låga U-värden ska kombineras med information riktad till brukaren, att kondens på glasets utsida kan förekomma vissa tider på året, men är ett kvitto på energieffektivt fönster och uppvägs av ökad värmekomfort inomhus. Kondens på utsidan kan minimeras genom lämplig arkitektonisk utformning i känsliga lägen och genom att inte placera fönstret längst ut i väggkonstruktionen.

#### **Referenser**

1. Fönsterlistan. Energimyndighetens hemsida. Denna fönsterlista innehåller de fönster som Energimyndigheten har fått begärda uppgifter om från respektive tillverkare, och där tillverkaren låtit en oberoende part granska underlagen

### **3.1.2 Komplettering av befintliga fönster**

Inre glas i tvåglasfönster ersätts med en isolerruta som har energiglas och argon.

Verifiering: Glasets U-värde i den kompletterande konstruktionen beräknas och intygas av leverantör. Yttemperaturmätning eller värmekameramätning vinterperiod avslöjar om isolerrutan vänts åt fel håll.

#### Kommentarer

För befintliga fönster i gott skick, kan utbyte av inre glasruta ge avsevärt bättre projektekonomi än utbyte av hela fönstret, som vanligen kräver kompletterande bygg- och målningsinsatser.

Falsen i innerbågen måste vara minimum 28x15 mm. Innerbågar bör ha befintliga glasningslister. Dessa kan ibland användas efter viss bearbetning. Ofta erfordras nya glasningslister. Fräsning av falsen är oftast nödvändig. Mellanglaspersienn går bra att ha, men då måste det mellersta glaset vara härdat, vilket ökar kostnaden med ca 200kr/m<sup>2</sup>.

### **3.1.3 Fönsterdörrar**

	<i>Alternativ A</i>	<i>Alternativ B</i>	Kommentar
<b>Fönsterdörrar</b> <b>U-värde (W/m<sup>2</sup>,K)</b>	≤0,80	≤0,90	EN ISO10 077-1,-2

Tabell 3.2 Godhetstal fönsterdörrar.

Fönsterdörrar enligt alternativ A väljs.

Fönsterdörrar enligt alternativ B väljs.

Dörrar med DrehKipp beslag väljs.

Kommentarer

Samma energikrav på glasade dörrar kan ställas som på öppningsbara fönster.

Det är ingen nackdel att välja en stor glasandel i dörren vare sig för kostnad, U-värde eller ljud. Det är snarare en fördel.

Om inbrottsäker vädring önskas finns upptill inåtgående altandörrar med DrehKipp beslag.

## 4 Ventilationssystem

Ett ventilationssystem rustas sällan upp enbart av energiskäl. Dålig funktionalitet, svårt att justera, problem med drag från ventiler, igenbommade ventiler, höga underhållskostnader, uttjänta aggregat, etc är normala motiv för åtgärder. I rapporten Metoder för besiktning och beräkning (referens 2) redovisas besiktningsmetodik och en rad olika åtgärdsalternativ för befintliga ventilationssystem, hur de kan kalkyleras energimässigt och kostnader. Exempel på åtgärder är:

- Utbyte av fläktaggregat till nya med bättre reglerteknik och lägre elåtgång
- Utetemperaturkompensering av frånluftsflöde
- Utbyte av friskluftsventiler

I denna rapport redovisas endast godhetstal för åtgärden utbyte eller installation av FTX-aggregat, då denna åtgärd radikalt kommer sänka energianvändningen. För befintliga byggnader kräver åtgärden installation av tilluftskanaler och ventilationsaggregat. För byggnader med äldre frånluftskanaler eller självdragssystem kan utbyte eller renovering av frånluftskanaler också krävas. Åtgärden kan kräva både fantasi och specialkunskap för att hitta anpassade lämpliga möjligheter. Kan t.ex. gamla sopschakt användas som tilluftskanaler? Finns utrymme i trapphallen för dragnings av tilluftskanaler? Finns möjligheter att placera lägenhetsaggregat i köken och dra kanalerna direkt ut på fasad? Etc. Inspiration till lösningar för FTX system finns i rapporterna Värmeåtervinningssystem för befintliga flerbostadshus, och i rapporten Ombyggnad av ventilationssystem från F- till FTX - utförande i ett befintligt bostadsområde. Båge rapporter finns på BeBos hemsida.

För att värmeåtervinningen ska bli optimal och byggnadens värmeförluster minimeras förutsätts att klimatskalet tätas.

Alternativet med installation av frånluftsvärmepump redovisas som en värmeproduktionsåtgärd i kapitel 8.



**Figur 4.1. Bagartorpsprojektet., Solna. F-system utbytt mot FTX-system.**



**Figur 4.2. Bagartorpsprojektet. Tilluft via gemensam tilluftskanal klarar brandgaskraven genom utformning där tilluften förs ner till golvplan.**

Inledningsvis bör systemvalet mellan centrala aggregat och lägenhetsaggregat klaras ut eftersom det påverkar utrymmesbehov och all annan planering:

Systemval:  centrala ventilationsaggregat  lägenhetsaggregat

Värmeåtervinning med FTX:  $\geq$   (procent systemverkningsgrad vid dimensionerande utetemperatur)

Luftflödesbalans:  $\geq$   procent (Tilluft/frånluftsflöde)

Ventilationens specifika elåtgång (SFP):  $\leq$   kW/m<sup>3</sup>/s

Uppställda krav ska verifieras enligt uppställd verifikationsplan och ingå i kontrollplanen

Oavsett systemval ska donplacering och donval möjliggöra att låga tilluftstemperaturer ska kunna tillföras utan dragproblem.

#### Kommentarer

Systemverkningsgraden tar hänsyn även till kanalförluster (kanallängd och dess isolering) och flödesobalans, men ligger mycket nära aggregatets verkningsgrad om balanserade luftflöden. Systemverkningsgraden bör vara minst 80%.

#### Lägenhetsaggregat eller centralt aggregat?

Flera väsentliga egenskaper påverkas av valet mellan lägenhetsvisa ventilationsaggregat och centrala ventilationsaggregat. Detta val får stora konsekvenser för schaktplacering, aggregatplacering, etc och bör därför klaras ut i tidigt systemskede. Systemåtskiljande egenskaper har listats i tabell 4.1.

Valet påverkas dock inte bara av tekniska egenskaper utan även av byggnadens förutsättningar, investeringskostnad för systemet och systemets utrymmesbehov. För den ekonomiska analysen rekommenderas att en LCC-kalkyl görs.



Ventilation med FTX	Lägenhetsaggregat	Centralt aggregat
Antal servicepunkter	många	En
Tillgänglighet för service och tillsyn	Trapphallsplacerad ?	Hög
Luftflödesbalansering (%)	100	95
Bortaflöde, forceringsflöde	-50%/+50%	-
Nattkylning (by-pass nattid)	ja	-
Kylaåtervinning dagtid sommarperiod	ja	-
Forcering av ventilation från spiskåpa	By pass + uppvarvning	problematiske
Återvinning av värme ur forceringsluften?	Nej	Genomförbart
Lägenhetsstyrd reglering av värmeåtervinning	Ja	Nej
Övervakning via SÖ-system	-	Ja
Filterkostnad	Hög	normal
Injustering av luftflöde	Enkel	Kan vara svår

**Tabell 4.1. Systemskiljande egenskaper.**

Av tabellen framgår att lägenhetsaggregat enklare kan anpassas till de boendes behov, både vad avser luftflöde och temperaturstyrning (styrning värmeåtervinning, nattkyla, kylaåtervinning, luftflödesanpassning). Detta förutsätter dock att de boende är informerade och förstår hur aggregatet kan påverkas och ska ställas in. I annat fall kan detta i värsta fall bli en nackdel. Det finns exempel där en fabriksinställd tidsstyrd bortafunktion var aktiverad från start utan de boendes vetskap. Första driftåret när emissioner från byggnadsmaterial behöver vädras ut ska aldrig en eventuell bortafunktion vara aktiverad.

Om lägenhetsaggregat placeras inne i lägenhet (gärna i anslutning till yttervägg) och till- och frånluft tas direkt från fasad krävs inga kanalschakt alls. Tilluftsintag på söderfasad bör dock undvikas eftersom fasadtemperatur sommartid kan bli allt för hög.

Högre byggnader ger komparativa fördelar för centrala aggregat.

Det är svårare att säkra en balanserad ventilation i varje lägenhet för centrala aggregat, eftersom inställning av luftspjäll till en lägenhet påverkar luftflödena i andra, men beror också på hur kanalisationen dimensioneras. Risken för att inte lyckas på ett bra sätt ökar med systemets storlek och komplexitet.

För helt säker luftflödesbalansering i lägenheter med egna aggregat krävs EC-motor och inbyggd automatik för reglering av luftvolymen (oavsett tryckförändringar). Då förändras inte luftflödet vid förändrade tryckfall, t.ex. över filter i frånluftskanal.

I otäta byggnader är det viktigare att ett undertryck säkras så inte fuktig luft trycks ut i klimatskalet.

#### Kommentarer om matosuppfångning

Vissa lägenhetsaggregat är utformade med by-passfunktion med egen kanalanslutning för imkanalen, andra har funktion för uppreglering av tilluftsflödet vid forcering.



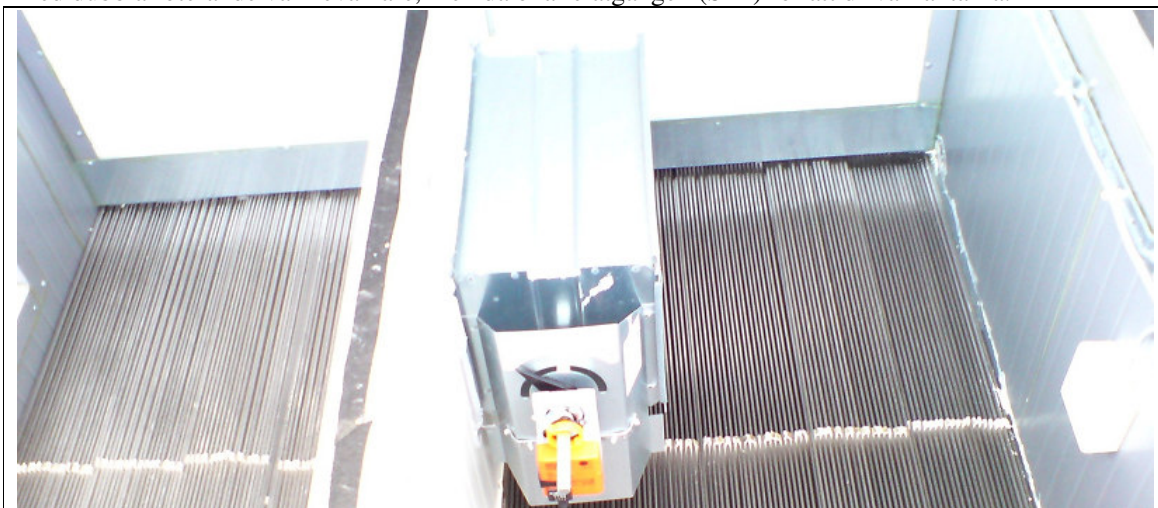
**Figur 4.3. Bostadsaggregat med separat kanal för matosuppfångning. EC-motorer för låg elåtgång.**

Ska värme ur forceringsluften vara möjlig att återvinna i centrala aggregat (då slipper man extra imkanaler) krävs antingen enkelt avspolningsbara plattvärmväxlare eller att en ozongenerator installeras i frånluften före roterande växlare. Det senare har med framgång tillämpats i ett bostadsområde i Solna<sup>13</sup>. Överläckning av lukter för roterande växlare ska minimeras genom korrekta tryckförhållanden och att konditionering av brandspjäll sker under nattetid. Utrymme och förberedelse för installation av kolfilter i tilluftssystem rekommenderas.

Även för centrala värmeåtervinningsaggregat kan tilluftstemperaturen styras ner nattetid under sommarperioder då byggnadens genomsnittliga innetemperatur är hög, men inte lika radikalt eftersom inomstemperaturen varierar mellan olika lägenheter.

#### **Aggregat med hög verkningsgrad för återvinning**

En mycket hög systemverkningsgrad på ventilationsaggregatet är avgörande för att komma ner i de låga värmeförlustnivåer som eftersträvas. Ett ventilationsaggregat som har 90 procents verkningsgrad har halverat dessa förluster jämfört med ett aggregat på 80 procent. Hög verkningsgrad är möjligt t.ex. med dubbla roterande värmväxlare, men då ökar elåtgången (SFP) för att driva fläktarna.



**Figur 4.4. Dubbla plattvärmväxlare av typ polykarbonat. 90% värmeåtervinning och avspolningsbar så att även imkanalen kan anslutas. Källa: VoltAir.**

<sup>13</sup> Energibesparingar i Bostadssektorn. Bagartorpsprojektet i Solna.

Även med dubbla plattvärmväxlare är det möjligt att nå dessa tal. En viss orientering i dessa egenskaper ges i tabell 4.2.

	Lgh-aggregat	Centralt aggregat
<b>Ventilation med FTX</b>		
- systemverkningsgrad (%) <sup>1)</sup>	75-85	80 – 90
- SFP <sup>14</sup> (kW/m <sup>3</sup> ,s)	1,5-2,5	1,3 – 2,3 <sup>2)</sup>
- Luftflödesbalansering (%)	95-100	95

**Tabell 4.2. Godhetstal ventilationsaggregat.**

Med systemverkningsgrad avses återvunnen energi relativt den energi som annars skulle åtgått och beaktar även kanalförluster, avfrostning och obalanserat luftflöde. Denna verkningsgrad beräknas enklast med formeln:

$$\eta_{\text{system}} = (T_{\text{inne}} - T_{\text{avluft}}) / (T_{\text{inne}} - T_{\text{ute}})$$

Denna verkningsgrad är ungefär samma som aggregatets verkningsgrad om balanserat luftflöde och små kanalförluster. För lägenhetsaggregat kan dock skillnaden bli större om kalla kanaler behöver dras in i lägenheten och dessa har otillräcklig isolering.

Observera att plattvärmväxlare normalt har avfrostningsbehov och att leverantörsuppgifter baserade på mätningar enligt standard från EUROVENT inkluderar avfuktningens energi från en väsentligt fuktigare miljö än vad som är fallet i Sverige och att motorernas spillvärme kan ha inräknats vilket ger allt för positiva data.

Erfarenheterna visar att olämpligt utförande av systemet, fel motorval, mm kan ge avsevärda avvikelser som påtagligt påverkar driftkostnaderna. En mätuppföljning av SFP är enkel och väl motiverad att få genomfört och planeras då in som en aktivitet i verifikationsplanen.

#### Tips för central ventilation

- Injusteringsspjäll placeras utanför lägenheten (åtkomlig endast för förvaltaren) och bör ha ett tryckfall över injusteringsspjället som ger auktoritet (ej påverkas av luftflödet från andra lägenheter).
- De gemensamma huvudkanalerna ska ha mycket låga tryckfall så att systemet blir tryckstabil.
- Planeringsaspekter: schaktplacering i byggnaden och hur kanalisation ska dras inom lägenheten
- Tilluftsspjäll ska vara så placerade och i sådant utförande att kylning genom låg tilluftstemperatur ska vara möjligt.

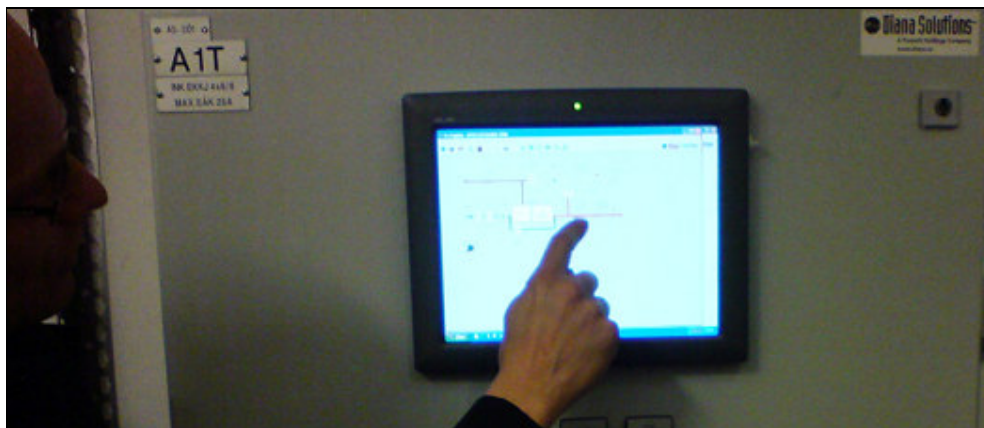
#### Planeringstips för lägenhetsaggregat

- Tillgänglighet för service och inspektion
- Organisering av filterbyten och service
- Aggregatplacering. Observera att kalla kanaler behöver utrymmeskrävande kraftig isolering för att inte sänka systemverkningsgraden.
- Rumdisponering, schakt och kanalisation inom lägenheten.

<sup>14</sup> SFP beräknas enligt formeln:  $SFP = (PTF + PFF) / q$  (kW/(m<sup>3</sup>/s)), där PTF = tilluftsfläktens dimensionerande eleffekt (kW), PFF = frånluftsfläktens dimensionerande eleffekt (kW) q = dimensionerande luftflöde genom aggregatet, d v s det största av tillufts- respektive frånluftsflödet. Beräkning sker med rena luftfilter.

## 4.2 Kompletterande funktionskrav för ventilationssystem

- Ljudkrav från ventilation i sovrum:  $\leq$  Ljudklass B
- Anslutningsbar till styr- och övervakningssystem (SÖ): öppet system i aggregatet.<sup>15</sup>



Figur 4.5. WEB-baserad övervakning ökar tillgänglighet till information och underlättar drift

- WEB-baserad övervakning av luftflöden, temperatur och systemverkningsgrad.
- Luftflöden för utrymmen som huvudsak dimensioneras för att undanröja lukt (förråd, soprum) förses med lukteliminering ozongenerator för minimering av luftflöde.



Figur 4.6. Lukteliminering med ozonrening kan vara ett kostnadseffektivt alternativ till utspädning med ökade luftflöden

Kommentarer. Luftrenare används idag av saneringsbolag, i villor, hyreshus, soprum, offentliga toaletter, inom vården för minskad smittspridning, i skolor för bättre inomhusmiljö, kontor mm.

<sup>15</sup> Se BeBo-rapporten: "Systemplattform - Standard för datoriserad styr och övervakning, klimatkontroll, larmhantering, mediaavläsning mm", 2008.



I föreskrifterna ska anges isoleringstjocklek enligt viss serie, samt krav på isolerarens högsta värmekonduktivitet vid drifttemperatur.

Beakta att det krävs större utrymme för isoleringen vid projekteringen.

Om oisolerade kall- och varmvattenledningar läggs i samma ”rör i rör” ledning blir kallvattnet ohygieniskt varmt (Legionellarisk?) och förluster uppstår för det varma vattnet.

#### Exempel

För rördiameter 20 mm innebär serie 43 en rörisolering på 40 mm, vilket ger en förlust på ca 7 W/m vid  $dT$  35 °C, eller ca 28 W/lgh. Serie 43 ger 60 mm isolering för rör > 20 mm.

### **5.3 Fördelningsmätning värme**

I lågenergihus är besparingseffekten med fördelningsmätning låg jämfört med åtgärdens kostnad och vanligen inte ekonomiskt motiverad.

System för fördelningsmätning för uppvärmning ska baseras på innetemperaturmätning och baseras på standardiserade öppna system.

Upphandlingen är möjlig att fördela på olika systemdelar där var och en har ett öppet standardiserat gränssnitt:

- Mätenhet för data i bostaden.
- Enhet för insamling av data från bostäderna som levererar data enligt ODBC (Open DataBase Connectivity), se även referens 9.
- Administrativt system för omvandling av tekniska data till ekonomiska data med gränssnitt mot fastighetsekonomiska debiteringssystem.

#### Kommentarer

I byggnader med bra klimatskal är det stora värmeflöden som går mellan lägenheterna om dessa har olika innetemperaturer. Mätning av tillförd energi till lägenheten via värmesystemet är då bara en mindre del av värmeflödet och kan ge svåra rättviseproblem då åtgångstal mellan olika lägenheter kan skilja sig med en faktor tio beroende på om grannlägenheterna är varmare eller kallare än den egna bostaden. Debitering baserad på innetemperatur direkt eller den beräknade värmeförlusten från lägenheten baserat på innetemperatur jämfört med tillförd energi till byggnaden för varje timme är däremot en möjlighet.

Vid fördelningsmätning för värme bör beräkningen begränsas till lämpligt intervall, t.ex. 19 – 23 grader Detta för att få bort motiven till att helt stänga av värmen om man åker bort en längre tid eller öppna fönster för att vädra bort övertemperaturer vid solinstrålning.

### **5.4 Pumpar i värmesystem**

Pumpar väljs med Energiklass A.

#### Kommentarer

Alla pumpar för värmesystem finns med högeffektiva motorer och inbyggd tryckstyrd reglering, även för byggnad av villastorlek, och ger påtagligt mindre elåtgång än pumpar med fasta varvtal.

För produkter med inbyggda värmecirkulationspumpar, t.ex mindre fjärrvärmecentraler, värmepumpar för mindre system, etc är mer energislukande cirkulationspumpar fortfarande vanliga. Ställ alltså krav även på dessa leverantörer att effektiva cirkulationspumpar ingår i leveransen.

Enligt EGs förordning (EG) nr 641/2009 för EKO-design för pumpar, kommer följande krav på energieffektivitetsindex ställas på fristående cirkulationspumpar:

2013: EEI < 0,27

2015: EEI < 0,23.

2015 inkluderas även s.k. inbyggda pumpar (för solenergisystem och värmepumpar). Riktmärket för de mest effektiva cirkulationspumparna är  $EEI \leq 0,20$ .

Energieffektivitetsindex beräknas enligt en bilaga i förordningen och jämförs med ett referensvärde. Tills dess EG-kraven införts refereras istället till det klassificeringssystem i skalan A-G som idag tillämpas av flera tillverkare som frivilligt system.

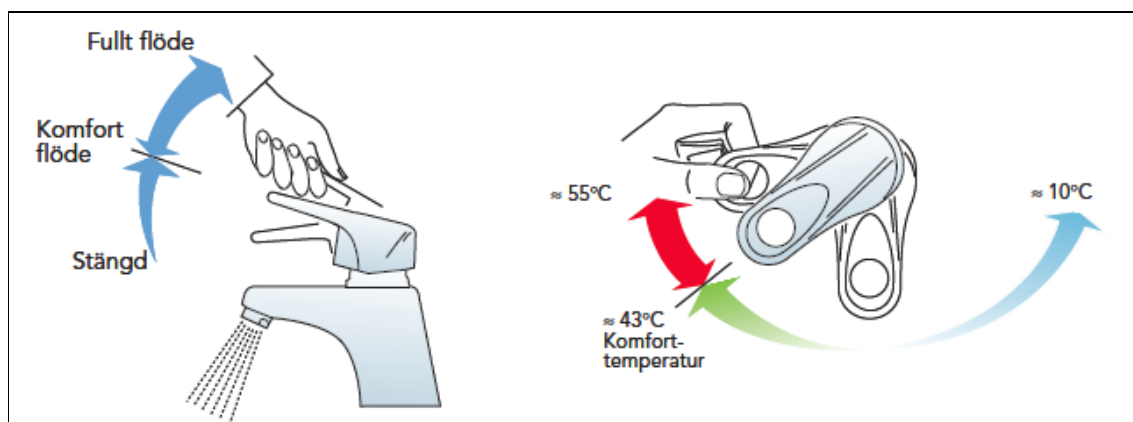
## 6. Tappvarmvatten

### 6.1 Krav på tappvattenblandare

Tappvattenblandare ska vara energieffektiva. Blandare i tvättställ injusteras till 38 °C.

Med energieffektiva menas ettgreppsblandare med:

- en inbyggd flödesbegränsande funktion, där användaren genom en spärr- eller en motfjädrande funktion kan påverka önskat flöde utöver normalflöde.
- en inbyggd temperaturbegränsande funktion, där användaren genom en spärr- eller en motfjädrande funktion kan påverka önskad temperatur utöver komforttemperatur, alternativt att armaturen har ett kallt mittläge.
- Därutöver ska duschblandare ha en termostatfunktion.



Figur 5.1. Exempel på effektiva blandare. Källa Gustavsberg.

### 6.2 Fördelningsmätning varmvatten

Fördelningsmätning för varmvatten ska utformas med ett "öppet system" för insamlade data.

#### Kommentarer

Fördelningsmätning för varmvatten bedöms minska varmvattenanvändningen med ca 20 procent. Teknik och specifikationer för insamlingssystem ges i rapporten Individuell mätning och debitering i flerbostadshus, Chalmers 2009.

## 7 Elkrävande utrustning

### 7.1 Belysning



Figur 7.1. LED armatur för trapphus. Finns även med närvaroavkänning och tänd/släck- eller min/max-funktion för att slavstyra armaturer utan sensor. Armaturen ger ljus motsvarande 22 W kompaktlysör. Dimbar till 10% via driftspänning. Källa: Energisystem, Nyköping.

I programarbetet skall följande tabellvärden anges som underlag för projektering, energiberäkning och uppföljning.

Belysning	Area (m <sup>2</sup> )	Belysning styrka	P inst. Effekt, W/m <sup>2</sup>	Styrning typ	Årlig drifttid	Årsenergi kWh/
<b>Rumstyp</b>		Lux	W/m <sup>2</sup>		h/år	
Trapphus,						
Trapphusentré, inne						
Trapphuskorridorer						
Källarkorridor						
Tvättstuga						
Serviceutrymmen						
Förrådsutrymmen						
Bostadshiss (W/st)						
Garage						
Tomgångsförluster	-	-	-	-	-	
					Summa	
Specifik energiåtg.						kWh/A <sub>temp</sub>

Tabell 7.1. Mall för angivande av funktionskrav för upphandling eller projektering. På näst sista raden summeras årsenergi för inomhusbelysning och på sista raden beräknas den specifika elåtgången per A<sub>temp</sub>.

Utebelysning	Antal	Watt/st	Styrning typ	Årlig drifttid	Årsenergi kWh/
Entrébelysning					
Gångstigar					
Etc					

Tabell 7.2. Mall för angivande av funktionskrav för upphandling eller dokumentering av projekteringsvärden.

I tabellens kolumn för typ av styrning anges T = timerstyrning, N = Närvarostyrning, ND = närvarodämpning, F = frånvarostyrning, FD = frånvarodämpning, M = manuell styrning, S = skymningsrelä. Se även ytterligare beskrivning i bilaga 1, belysningsinstallationer. Olika typer för styrning kan kombineras. Tomgångsförluster kan inte beräknas förrän vid projekteringsstillfället, endast grovt uppskattas i tidigt skede. Tabellvärden revideras efter genomförd projektering.

Exempel på tänkbara lösningar och typvärden för olika rumstyper ges i bilaga 1.



### Verifiering

Efter installation görs en mätning av belysningsstyrka där även hänsyn tas till ljuskällans tidsmässiga prestandaförsämring<sup>16</sup>, belysningseffekt, drifttid eller också genomförs en årsenergimätning.

### **Kompletterande funktionskrav**

- Armaturer ska vara väl anpassade till vald ljuskälla och ha god verkningsgrad utan att orsaka synnedläggande bländning, se även anvisningar i planeringsguiden Ljus och Rum för planering av belysningsanläggningar ([www.ljuskultur.se](http://www.ljuskultur.se)).
- Systemet ska vara leverantörsoberoende för uppkoppling och övervakning<sup>17</sup>.
- Alla HF-don ska vara dimbara, med inställningsvärde max runt 80% och för styrning med frånvarodämpning till minvärdet 3%.
- Valda HF-don ska förbruka mindre än 0,1 W i tomgångsförluster

Funktionskrav för ljuskällor:

- Färgåtergivning Ra > 75
- Färgtemperatur 2.700 K – 4.000 K.

### Kommentarer

Observera att dimbara HF-don som ska regleras centralt kräver ett femledarsystem och därmed att nya matningsledningar dras. Om befintliga ledningar behålls får regleringen ske lokalt i varje armatur eller med annan kommunikationslösning.

## **7.2 Hiss**

Funktionskrav för hiss i flerbostadsbyggnad:

- direktdriven, permanentmagnetiserad synkronmotor
- regenerering av elenergi vid inbromsning, mm
- LED-belysning<sup>18</sup>
- aktivitetsstyrd drift av belysning och hissventilation (enbart under drift)
- öppet SÖ-system, se not 18.
- Hissautomatik ska gå in i ”viloläge”, men aktiveras via anrop från intryckt hissknapp.

### Kommentarer

Elåtgången för en ny modern direktdriven hiss kan halveras genom föreslagna tillkommande funktionskrav. Den s.k. pannkaksmotorn (permanentmagnetiserad synkronmotor) minskar elanvändningen med ca 40% jämfört med en konventionell linhiss.

<sup>16</sup> Ljus och rum. Ljus & Rum, planeringsguide för belysning inomhus. Ljuskultur.

<sup>17</sup> Se BeBo-rapporten ”Systemplattform - Standard för datoriserad styr och övervakning, klimatkontroll, larmhantering, mediaavläsning mm”, 2008.

<sup>18</sup> Energieffektiv hissbelysning. Lysdiodsbaserade lågprofilsarmaturer. BEBO

Av kravalternativen ovan, ger aktivitetsstyrning av belysning störst energibesparingseffekt. Den är å andra sidan enklast att lösa i kombination med LED-belysning, som tål täta tänd- och släckningar och dessutom har en extremt lång livslängd så att ljuskälleutbytet nära elimineras. En bra funktion kan erhållas med s.k. dopplereffektsensorer som indikerar när någon går mot hissdörren och tänder därmed hissen innan dörren öppnats, men tänder inte på passerande personer<sup>19</sup>.

Hissautomatiken kan ha en kontinuerlig effekt på flera hundra Watt helt i onödan och med stor värmeutveckling. Med viloläge för elektroniken går den ner till endast några få Watt. Uppstartningen ger en fördröjning på mindre än en sekund.



Figur 7.2. Hiss med närvarostyrd LED-belysning. Örebro Bostäder.

### ***7.3 Tvättmaskiner och torkutrustning i tvättstugor***

#### **Tvättmaskiner**

- Tvättmaskinens restfukthalt efter centrifugering:  $\leq 55\%$
- Elektronisk avkänning av tvättgodsvolym
- System för betalning per tvätt, ger incitament till mer fyllda tvättmaskiner
- Varm- och kallvattenanslutning

#### **Torkutrustning**

- Fuktstyrd torkprocess även för torkskåp
- Värmeåtervinning ur torkapparaterna för snabbare torkning och lägre elåtgång

#### **Kommentarer**

Tvättmaskinernas energianvändning är idag relativt låg och den viktigaste energikopplingen är låg restfukthalt så efterföljande torkning går snabbt och blir energieffektivt. Separata centrifuger ersätter inte tvättmaskiner med bra varvtal eftersom många inte använder den separata centrifugen.

Varmvattenanslutning ökar varmvattenanvändningen, men minskar den kostsammare elåtgången.

Beteendestudier visar att användarna ofta kör små tvättar även i stora maskiner. Betalningssystem kan ge incitament till att tvätt mer sällan men med större tvättvolym per tillfälle.



Figur 7.3. Kompletterande värmeåtervinningsväxlare till torktumlare. Spar torktid och energi. Foto: Elektrolux

Torkningen är det moment som drar mest energi och ska därför fuktstyras. I enklare torkskåp är även semifuktstyrd reglering tänkbar, dvs reglerteknik där temperaturökningen används som indikator på fukthaltens förändring.

Ny värmväxlingsteknik baserad på släta lamellväxlare i polykarbonat som är enkelt avspolningsbara gör värmeåtervinning praktiskt realiserbar. Till varje tork kopplas en växlare, se bild.

## 7.4 Tvätt, tork och disk i bostaden

Aktuellt som tillvalsprodukter t.ex. för bostadsrättslägenheter och som ersättning för tvättstuga.

### Diskmaskiner

- Ska uppfylla Energiklass A, samt vara ansluten till varmvattenledning

### Tvättmaskiner

- Ska vara svanenmärkt.
- Ska uppfylla Energiklass A+
- Tvättmaskinens restfukthalt efter centrifugering:  $\leq 55 \%$

### Torkutrustning

- Torktumlare ska vara i energiklass B (eller bättre)
- Torkskåp ska ha sensorstyrd automatisk avstängning

### Kommentarer

Den svanenmärkta tvättmaskinen inkluderar en lång rad egenskaper:

- Energieffektivitet
- Vattenåtgång
- Centrifugeringseffekt
- Buller
- Märkning av plastdelar för återvinning
- Plastdelar - tungmetaller
- Flamskyddsmedel
- Design som underlättar materialåtervinning

Även tvättmaskiner för hushåll som är både varm- och kallvattenanslutna kan vara ett intressant alternativ för att minimera hushållens elkostnader.

## **7.5 Elvärmare**

### **Handdukstorkar**

Handdukstorkar ska ha timer eller tidsstyrning. Annan likvärdig eller bättre styrning än timer för eventuell handdukstork kan accepteras, t.ex. fuktstyrning.

### **Komfortvärme**

Komfortvärmesystem i golv ska ha en kort tidskonstant<sup>19</sup>, samt vara tidsstyrd med valfri inställning av på- och avstängningstider. Default värde ska vara inställd på start 06.00 och stopp 08.00, samt start 18.00 med stopp 21.00.

### Kommentarer

Med komfortvärme avses elvärmare som syftar till att öka golvets yttemperatur utan hänsyn till byggnadens uppvärmningsbehov. Denna installation kan inte rekommenderas då den installerade värmeeffekten hamnar på samma nivå som hela bostadens värmeeffektbehov och kan helt ta över uppvärmningen, nu utan koppling till värmebehovet. Skadan kan möjligen minskas genom föreslagen kravformulering, men utfallet är högst osäkert.

### **Motorvärmarruttag**

Motorvärmarruttag utformas, så att de kan effektstyras utifrån utetemperatur och tidsstyras utifrån behov. Ett system för debiteringsmätning av uttagen el till motorvärmarruttaget ska ingå.

### **Eftervärmare i lägenhetsaggregat**

Eftervärmare i lägenhetsaggregat som är fabriksmonterade skall vara demonterade om inte byggnaden ska vara direktelvärmad.

---

<sup>19</sup> Övertemperaturen i golvet ska sjunka med mer än 63% jämfört med omgivande temperatur inom 1,5 timmar

## 8 Värmeproduktion

Utanför fjärrvärmeområde kan olika lösningar övervägas; t.ex. solvärme i kombination med biopanna, bergvärmepump eller frånluftsvärmepump. Rationella och automatiserade anläggningar finns på marknaden. Drift och tillsyn av produktionssystem kan läggas ut på externa serviceföretag och beaktas i lönsamhetskalkylen.

För ytterligare funktionskrav, se rekommendationer från branschorganisationerna

### Generella programkrav alla tillförselsystem

Regler- och övervakningssystem ska vara ”öppet”, dvs ej leverantörsbundet. Det öppna systemet kan t.ex. utgöras av industristandarden PLC så att egen programmering görs möjlig och kostnader för dess underhåll kan hållas nere, se även referens 9.

Produktionsenhet (eller undercentral) ska vara ansluten/anslutningsbar till övergripande datoriserad styr- och övervakningssystem (SÖ-systemet).

Produktionsenhet förses med visningsdisplay för visning av väsentliga driftparametrar;

.....  
(t.ex temperaturer, verkningsgrad, COP-faktor, drifttimmar, etc).

Värmeförluster från rörsystem och komponenter ska minimeras genom att isoleringens prestanda optimeras.

Angivna funktions- och prestandakrav ska verifieras. Underlag för hur detta ska ske lämnas till mät- och verifieringsplan.

Om produktionssystemets prestanda påverkas av distributionssystemets temperaturer ska detta klarläggas, så att optimerade system kan erhållas.

Verifiering: Mätpunkter i installerade produktionssystem ska kunna nås via förvaltarens övergripande system.

#### Kommentarer

Anslutning till övergripande datoriserat SÖ-system ger erfarenhetsmässigt en värmereduktion på nivån 3 - 6%, se även referens 9. Det finns också ett värde för driftorganisationen att snabbt se hur problemen ser ut när felanmälningar kommer in, ska de tas på allvar, etc.

### 8.1. Värmepump - bostadsaggregat i radhus, mm

#### Funktionskrav

Värmepump ska dimensioneras för .....procent av byggnadens värme- och varmvatteneffekt vid dimensionerande utetemperatur.

Verifiering:

- Redovisning av beräkning för byggnadens dimensionerande utetemperatur.
- Redovisning av beräkning för värmedistributionens fram- och returtemperatur vid dimensionerande utetemperatur om möjligt baserat på uppmätning i befintlig byggnad.
- Redovisning av leverantörsdata för värmepumpens värmeeffekt vid dimensionerande utetemperatur och aktuella drifttemperaturer
- Uppmätning.

Kommentarer

Bergvärmepump kan dimensioneras för hela värmebehovet om tillstånd från kommunen finns.

Frånluftsvärmepump kan genom kondensering och långtgående nerkyllning leverera ca 25 W/m<sup>2</sup> och därmed klara en relativt stor andel av värmebehovet. Även för centrala aggregat finns system som tar ut mer värme ur frånluften än tidigare. Frånluftsvärmepump kan normalt inte kombineras med FTX-system. Värmepumpens bulleravgivning måste beaktas genom att ljuddata tas in från leverantören, speciellt för befintliga byggnader med sämre ljudreduktion.

För ytterligare funktionskrav, se rekommendationer från branschorganisationerna.

## **8.2. Frånluftsvärmepump i byggnad med gemensamma ventilationsaggregat och fjärrvärme**

**Funktionskrav**

Inkopplingsprincip för värmepump i fjärrvärmecentral ska utföras enligt någon av alternativen i rapporten: Kopplingsprinciper för fjärrvärmecentral och frånluftsvärmepump. Svensk Fjärrvärme FoU rapport 2003:94.

Verifiering: Redovisning på projekteringsmöten, bygghandlingar.

Anläggningen optimeras ekonomiskt vad avser drifttid mm genom alternativen:  
- kompletterande ackumulator eller inte  
- inkoppling av värme + varmvatten eller enbart värme

Verifiering: Genomförd utredning.

Kommentarer

Frånluftsvärmepumpssystem utgör en baslastproduktion, varför kompletterande värme (fjärrvärme) blir spetslast. Den ekonomiska analysen (LCC-kalkyl) bör beakta konsekvenserna för fjärrvärmeleverantören, som då blir leverantör av spetslast och värmeeffekt, eftersom baslasten nu produceras med värmepumpen. Analysen bör även beakta scenarier för prisrelationen mellan el och fjärrvärme. Varmvattenbehovet bestäms genom egna mätningar alternativt schablonvärde på kallvattenanvändningen och där hänsyn tas till om energieffektiva varmvattenblandare ska installeras och om fördelningsmätning införs eller inte.

## **8.3 Solvärme för varmvatten**

Solvärmens ska dimensioneras för täckning av varmvattenbehovet under perioden juni – augusti så att solvärmeproduktionen på årsbasis får bäst ekonomiskt utbyte. Varmvattenbehovet bestäms genom egna mätningar alternativt schablonvärde på kallvattenanvändningen och där hänsyn tas till om energieffektiva varmvattenblandare ska installeras och om fördelningsmätning införs eller inte.

Verifiering: Beräkning baserad på systemhandling. Uppmätning av använd varmvattenvolym på årsbasis, samt energiåtgång för kompletterande varmvattenuppvärmning.

Kommentarer

Lönsamhet och miljönytta är helt beroende på vilket energislag som solvärmens sparar bort. Är det biobränsle, som dessutom kan stängas av under sommarperioden och sänka skötselkostnaderna, eller är det spillvärme i fjärrvärmesystemet från avfallseldning eller kraftvärme?

Referenser: Svensk solenergi.

## 8.4 Undercentral - fjärrvärme

Dimensionering och val av UC ska optimeras utifrån en LCC-kalkyl vad avser centralens stilleståndsförluster, flöde och returtemperatur, samt reglersystemets egenskaper.

## 9 Kulvertisolering - sekundärnät

Sekundärnät byts ut till lågtryckssystem med PEX-rör och värmeförluster på högst .... W/m<sup>2</sup>.

Verifiering: Leverantörsdata.

### Kommentarer

Befintliga kulvertar anlagda efter 1975 har normalt förluster inom intervallet 250 – 300 kWh/m. Äldre kulvertar kan ha betydligt större förluster (referens 2).

Lågtryckssystem innebär också lägre temperaturnivåer, dvs byggnaderna som är anslutna ska ha ett värmesystem som är dimensionerade för nu aktuella temperaturnivåer.

Vid omläggning av kulvert, överväg nyinstallation av undercentral i varje byggnad (lägre förluster och bättre reglering).

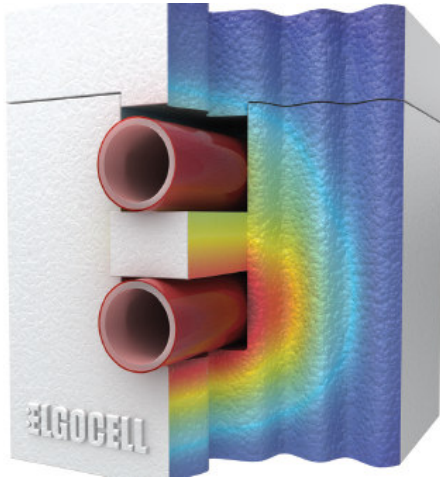
Vid utbyte av kulvert, välj extra hög isolerclass eller EPS-kulvert av typ Elgocell. Förlusterna kan i det senare fallet komma ner till nivån 6 – 12 W/m (50 – 100 kWh/m) beroende på ledningsdimension och temperaturnivå.

Kulverttyp påverkas av systemtryck, temperaturer och antal rör i samma ledning.

### Värmeglesa områdeslösningar

Byggnader som legat i allt för perifera områden för fjärrvärmeanslutning där både anläggningskostnader och förluster för fjärrvärmekulverten skulle ha blivit för höga, kan med ny teknik för kulvertläggning bli intressanta att ansluta förutsett att de kan värmas med relativt låga temperaturer. Detta kan bli en möjlighet i kombination med åtgärder som radikalt sänker byggnadens värmeeffektbehov (som t.ex. FTX-system).

För att klara anslutning till energiglesa områden kan fjärrvärmeleverantören, eller förvaltare kollektivt i ett område, anlägga ett lågtemperaturnät. Det innebär att fjärrvärmens i en gemensam central växlar ner till ett sekundärnät med en fast framledningstemperatur på 60 - 70 grader året om och 25–30 grader på returen. Dessutom dras ledningarna genom en kulvert som isoleras med cellplast. På så sätt minskas kulvertförlusterna och kostnaderna blir lägre.



Figur 9.1. Kulvertisolering med två rör. Källa: Elgocell.

Detta sekundära nät förläggs sedan med PEX-ledning, vilket underlättar för lokala entreprenörer att lägga servisledningar.

## 10. Mätning och uppföljning

Oavsett vilka åtgärder som genomförs bör en uppföljande mätning genomföras som verifierar att åtgärden lyckats:

- Byggnadens energisignatur ska bestämmas efter genomförda åtgärder
- Leverantören ansvarar för en uppföljande årsenergimätning och att byggnaden förses med en sådan mätbestyckning att detta låter sig göras, dvs el, värme, varmvatten som inte hör till byggnadens drift ska mätas separat (hushållsel, tvättstuga, el till gångvägar, motorvärmarruttag, förrådsbyggnader, etc). För byggnader med inslag av lokaler, se gränsdragningslista i SVEBY projektrapport, ”Brukarindata”<sup>20</sup>).
- Energirelaterade funktioner ska funktionsprovas och dokumenteras genom byggprocessen enligt anvisningar i SVEBYs dokument Energiverifikat09 vilket också inkluderar reviderade energibalansberäkningar.
- Energifalansberäkning ska ske med följande program:.....och kopia på indata och resultat dokumenteras (om egna preferenser avses).

### Kommentarer

Krav som ställs ska också kunna följas upp. En kontrollplan kan behövas som följer projektet genom dess olika faser vari klarläggs:

- vilka kontroll- och mätpunkter som ska genomföras och vem som ansvarar för vad
- om en bestämning av byggnadens specifika energianvändning ska göras, samt
- om en energideklaration ska utfärdas och sändas till Boverket.

I SVEBYs dokument Energiverifikat09 ges anvisningar för hur mät- och uppföljningsarbete kan organiseras och hur det ska dokumenteras. Ytterligare anvisningar ges i UFOS skrifter<sup>21</sup>: ”Bra klimatskal – att ställa krav och följa upp”, samt i ”Hela vägen fram- uppföljning av energikrav i byggprocessen”.

<sup>20</sup> Brukarindata för energiberäkningar i kontor – vägledning. Fastighetsägarna Sverige.

<sup>21</sup> UFOS hemsida: [www.offentligagfastigheter.se](http://www.offentligagfastigheter.se)



## 11. Referenser

1. Renoveringshandboken för hus byggda 1950 – 75. VVS Företagen. ISBN 978-91-976619-6-5.
2. Metoder för besiktning och beräkning – bostadsbyggnader. ATON Teknikkonsult AB.
3. BEBO, Värmeåtervinningssystem för befintliga flerbostadshus, mars 2009. Energimyndigheten.
4. UFOS, Hela vägen fram. Uppföljning av energikrav i byggprocessen. Sveriges Kommuner och Landsting.
5. FEBY, Mätning och verifiering. ATON rapport 0904. [www.energieffektivbyggnader.se](http://www.energieffektivbyggnader.se)
6. FEBY, Kravspecifikation för Passivhus. [www.energieffektivbyggnader.se](http://www.energieffektivbyggnader.se)
7. FEBY, Kravspecifikation för Minienergihus. [www.energieffektivbyggnader.se](http://www.energieffektivbyggnader.se)
8. SVEBY, Energiverifikat09. Fastighetsägarna Sverige
9. Systemplattform - Standard för datoriserad styr och övervakning, klimatkontroll, larmhantering, mediaavläsning mm, BEBO 2008
10. Individuell mätning och debitering i flerbostadshus . Chalmers 2009

## Bilaga 1. Belysningsinstallationer

Belysningen ska ses som ett system med armatur, väggfärgens egenskaper, ljuskälla med tillhörande driftdon och styrning. Generellt ska rådande föreskrifter för val av ljuskällor och driftdon gälla (se ECO-design, EC no 245/2009 från 18 mars 2009 refererande till EG-direktivet 2005/32/EG).

Väsentliga aspekter för belysningsutförande är de boendes acceptans, systemens livslängd och livscykelkostnad. Här ges en vägledande information som kan användas i tidigt skede innan detaljprojektering är klar.

Belysning	Rek. ljuskälla (I-IV)	Belysning styrka	P = Rek inst. Effekt	F Rek styrning	T x F Årlig drifttid	P x T x F Jämförelsetal
Rumstyp		lux	W/m <sup>2</sup>		h/år	kWh/m <sup>2</sup> , år
- Trapphus, korridor.	I, II, III	150-200	5-8	N/ ND/ S	1100	8,8
- Källarkorridor	I, II, III	150-200	5-8	N/ND/S		8,8
- tvättstuga	I, II	100-150	4-6	F/FD/T		6,6
- tvättstuga	I, II	500	15	F	500	7,5
- serviceutrymmen	II	300	10	F/M/T	200	2
- förrådsutrymmen	II		-	F/T	200	
- Bostadshiss (W/st)	I, II		10/20	N	1300	13/26 (/st)
- Garage	I, II	75-100	2-4	N/ND/M	1500	6
- Dörrportal	I, II, III		-	S	4300	
- Gångstigar, mm (W/m)	I, II		4	S	4300	17

**Tabell 1. Rekommenderade lösningar för olika rumstyper i flerbostadshus. Angivna drifttider varierar med objekt, t.ex. tvättstugans storlek, antal våningsplan, etc. Se även standard (SS-EN 15193). Förklaringar avseende alternativ för ljuskällor och styrning, se nedan.**

### Ljuskällor

Ljuskällor aktuella vid ny- och ombyggnad är:

#### 1. LED (Lighting Emitting Diod).

Funktionskrav för LED: livslängd minst 35 000 timmar.

Ljusutbytet är max uppe i 55 lm/W idag<sup>22</sup> (vita LED med en färgåtergivning på ca Ra 80).

Urvalet av armaturer är begränsat om inte armaturer med E-sockel väljs. Temperatur i armatur som inte är anpassad för LED kan bli hög vilket påverkar ljusutbyte, färgåtergivning och livslängd. Europeisk standard för mätning av prestanda förväntas inom kort. Observera att LED-ljuskällor av mycket varierande kvalitet förekommer.

#### Lysrör, främst raka lysrör av typ T523.

Vid behov ska HF-don avsedda för ljusreglering väljas.

Funktionskrav: livslängd minst 19 000 timmar (service life), ljuskällans ljusutbyte (inkl HF-don) 80 - 95 lm/W. Funktion för fördröjd släckning ska ingå i regleringen.

#### Kompaktlysör.

Dessa har olika ljusutbyte beroende på effekt och typ.

Funktionskrav: HF-don, vid behov HF-don avsedda för ljusreglering, inklusive funktion för fördröjd släckning. Livslängd minst 10 000 – 16 000 timmar, ljuskällans ljusutbyte 50 - 70 lm /W (inkl. HF-don).

#### Lågenergilampor<sup>24</sup> (tidigare lysrörslampor).

Detta är ett dyrare alternativ om ljusreglering önskas.

Funktionskrav: HF-don, vid behov HF-don avsedda för ljusreglering. Livslängd minst 10 000 timmar, ljuskällans ljusutbyte 40 - 60 lm /W.

<sup>22</sup> Till 2012 förväntas ljusutbytet vara ca 70 lm/W och 2017 ca 90 – 100 lm/W

<sup>23</sup> Den för närvarande mest energieffektiva ljuskällan som uppfyller ställda krav på färgåtergivning.

<sup>24</sup> Dessa har inbyggda driftdon och är därför dyrare i inköp.

### Belysningsstyrning

Vid belysningsstyrning bör armaturer med HF-don hållas tända minst 3 minuter (dock högst 15 minuter av energiskäl) efter det släckningsimpuls ges. Under perioder med täta tänd-/släckcykler bör belysningen vid släckning dimmas ner till nivå 3 -10% så att HF-donets livslängd säkras. Livslängden förlängs ytterligare om maxinställning för dimbara don sätts på ca 80%. Detta behov gäller inte LED-belysning som tål täta tänd- och släckcykler.

### Funktionsbeskrivning för olika typer av belysningsstyrning aktuella för flerbostadshus

- N. Närvarostyrning  
Belysningen tänds automatiskt när en person kommer in i utrymmet och släcks i sin helhet när personen lämnar rummet.
- ND. Närvarodämpning  
Styrning av belysning sker genom att belysningen automatiskt tänds när en person kommer in i utrymmet och automatiskt dämpas ned till en förinställd lägre (t.ex. 3%) nivå när personen lämnar rummet. Dämpningen skall ske efter en förinställd fördröjning. Lämpligt för utrymmen med korta, men frekventa passager.
- F. Frånvarostyrning  
Styrning av belysning sker genom att belysningen tänds manuellt via strömbrytare/tryckknapp och släcks automatiskt i sin helhet när ingen person vistas i rummet.
- FD. Frånvarodämpning  
Styrning av belysning sker genom att belysningen tänds manuellt via strömbrytare/tryckknapp och automatiskt dämpas ned till en förinställd lägre belysningsnivå (t.ex. 3%) när personen lämnar rummet.
- M. Manuell styrning  
Styrningen sker via strömbrytare eller tryckknapp med funktion till/från.
- T. Timerstyrning  
Belysningen tänds manuellt och släcks efter inställd tid (jfr trappautomat).
- S. Skymningsrelä med tidsstyrning för hela brukstiden.  
Utomhusbelysning som tänds via skymningsrelä med möjlighet till varierande tidsfördröjning. Kan även tillämpas i kombination med annan styrning för ljusa trapphallar och ljusa korridorer.