

Kommentarer och underlag till kravspecifikation

Senast uppdaterad: 9 jan 2002

Innehållsförteckning

Innehållsförteckning.....	1
1. Zoner och temperaturer	2
2.1. Klimatskärm – U-värden	3
2.2. Klimatskärm – Luftläckning.....	3
2.3. Beräkning av soltillskott.....	4
3.1. Ventilation. Luftflöden och system	9
3.2. Vädring.....	11
4.1. Värmekapacitet.....	17
4.2. Värmeproduktion.....	17
4.3. Värmedistribution.....	17
4.4. Styr- och regler, systemförluster	18
4.5. Värmeåtervinning ur frånluft.....	22
4.6. Värme ur spillvatten	22
5.2 Förluster varmvattencirkulation	25
5.3. Kallvatten	26
5.4. Handdukstorkar anslutna till varmvattencirkulation	27
6.1. Kyl och frys	29
6.2. Tvätt och tork	29
6.3. Lägenhetsfläktar	30
6.4. Hushållsel till elvärme.....	30
6.5. Övrig hushållsel.....	32
7.1. Fastighetsel – fläktar och pumpar.....	35
7.2. Fastighetsel – belysning	36
7.3. Hissar.....	38
7.4. Fastighetstvättstuga	39
7.5. Motorvärmare.....	42
7.6. Inre elvärmare, fastighetsel	43
7.7. Fastighetsel – Yttre elvärmare.....	43
7.8. Övrig fastighetsel	44
12. Uppföljningsrutin	45
13. Mätresultat fördelningsmätning Huga.....	48

1. Zoner och temperaturer

1. Kravspecifikation

Se Bilaga 1. Följande kommentarer och diskussion utgör underlag för kravspecifikationen i bilaga 1.

2. Kommentarer

Om flera zoner i samma byggnad har samma temperatur så innebär detta definitionsmässigt att inga värmeutbyten sker mellan dessa. Skillnader i spillvärme påverkar dock uppvärmningssäsongens längd för respektive zon.

Ett alternativ till förutsättningen att inget värmeutbyte sker mellan de olika zonerna med samma temperaturer skulle kunna vara att fullständigt värmeutbyte sker, dvs värmestillskott och värmeförlust summeras och beräknas som en helhet. Soltillskottet på sydsidan skulle då komma även nordsidans lägenheter till godo. Denna effekt får man också om man som användare lägger alla ytor som ska ha samma temperatur i samma zon och då skulle det vara meningslöst att separera ytor med samma temperaturer i skilda zoner.

Kravet på att programmet skall kunna hantera olika temperaturer för olika zoner kan innebära ett påtagligt merarbete för programutvecklingen. Inte bara förlusterna ska beräknas även den erhållna temperaturen.

Temperaturnivåer hanteras också under avsnitt värmereglering.

Olika ytbegrepp diskuteras i ref 1. Definitioner i ref 2.

3. Referenser

1. Nyckeltal för energianvändning i byggnader, Boverket 2001
2. SS 021052 avseende BOA, BRA

2.1. Klimatskärm – U-värden

1. Hur stor inverkan har parametern? Ca 50 -70 kWh/m²¹.

Värmeförlusterna via klimatskärmen ligger på samma nivå som förlusterna via ventilationen i moderna byggnader.

2. Kravspecifikation

Se Bilaga 1. Följande kommentarer och diskussion utgör underlag för kravspecifikationen i bilaga 1.

3. Kommentarer

Användning av innermått är förenligt med SSEN 832 och underlättar hantering/beräkning av köldbryggor i konstruktionen.

Beräkning av köldbryggor kan ske enligt EN ISO 10211-1, EN ISO 10211- 2 och prEN ISO 14683 som ger data för ekvationerna i EN ISO 10211. Andra tillämpliga standards är SSEN ISO 6946 (beräkningsmetoder), SSEN 10456 (byggnadsmaterial), EN 10077-1:2000, prEN 10077-2. En NKB-skrift om köldbryggeberäkning finns, som innehåller två enkla beräkningsmetoder. Eftersom mycket pågår på europeisk nivå i standardiseringsarbetet kring U-värden och köldbryggor, kan en uppdatering av nuläget genom kontakt med SIS rekommenderas för att undvika onödiga framtida omarbetningar.

4. Behov av kompletterande mätinsatser

?

5. Behov av kompletterande forskningsinsatser

?

6. Referenser

1. Byggnadens värmeenergibehov. Boverkets handbok.
2. The significance of thermal bridges for heat loss from buildings. Nordic Committee on Building Regulations, Report NKB 1996:10 E, ISBN 951-53-1450-X, ISSN 1236-7672, Monila Oy, Helsinki 1997.
3. Standards enligt avsnitt 3 ovan.

2.2. Klimatskärm – Luftläckning

1. Kravspecifikation

Se Bilaga 1. Följande kommentarer och diskussion utgör underlag för kravspecifikationen i bilaga 1.

2. Kommentarer

Den ofrivilliga ventilationen handlar om luft som passerar rakt genom bostaden utanför ventilationssystemet. Drivkrafter för luftläckningen är tryckskillnader pga temperaturskillnader inne ute, vindpåverkan och fläktar, dvs typ av ventilationssystem. Den inverkan på energigånggen som klimatskärmens täthet har påverkas sannolikt av valt ventilationssystem, och vilket undertryck som redan finns över klimatskärmen. Hypotesen är att frånluftsventilation justeras in på ett sådant sätt att såväl inluftsintaget som skärmens otätheter ingår i systemet vid injusteringen. Olika beräkningsmetoder finns för att räkna om tryckprovningens resultat till läckflöde, dock är precisionen oftast dålig. Observera att tryckprovning enligt svensk standard ger ett resultat med stängda ventiler, om sådana finnes. I driftfallet ska dessa i stor utsträckning vara öppna, vilket ger en annan hållarea i klimatskärmen. Tryckprovningens metod är ej heller helt anpassad för användning i flerbostadshus.

¹ Enorm beräkning MEBY-objekt.

Det saknas såväl studier/empiri som bra teori för att förstå annat förfarande än den som ingår i Boverkets anvisningar och som baseras på en mätning av luftomsättningen med stängda tilluftsintag. Hänsyn till att frånluftssystemens energianvändning påverkas mindre har tagits i förslaget. Kravspecen lämnar därutöver öppet för andra mer genomtänkta förslag.

3. Referenser

1. Byggnadens värmeenergibehov. Boverkets handbok.

2.3. Beräkning av soltillskott

1. Hur stor inverkan har parametern? Ca 40 kWh/m².

2. Bakgrund och syfte

Syftet är att beräkna till byggnaden levererad solenergi. Hur mycket av den tillgängliga solenergin som verkligen utnyttjas för uppvärmning eller måste kylas bort ingår i energibalansberäkningen.

Beräkning av soltillskott innebär att man utgår från fönsterarea med karmyttermått (vilket är den area som U-värdet beräknas på) och tillgänglig sol för olika riktningar utgående från klimatdata. Vid beräkning av tillförd solvärme till rummen, reduceras tillgänglig solenergi beroende på fysiska parametrar som transmittans och avskärmning, samt en inre beteendeberoende avskärmning i form av persienner och gardiner. Metodik för extern solavskärmning kan hämtas från programvaror som används för beräkning av kyleffektbehov, men för beräkning av värmetskott kan enklare metoder accepteras, t.ex de som redovisas som förslag från NKB. Metodik för intern solavskärmning kräver mer överväganden. En rent teknisk kalkyl tar inte hänsyn till beteende vad avser solavskärmning och vädring. Det ska alltså vara möjligt att i energiberäkningen kunna ta hänsyn till de boendes solavskärmning. Vi vet också av erfarenhet att simuleringsprogrammen för bostäder tenderar att överskatta solvärmetskotten och högst påtagligt som glasandelen (glas/bostadsyta) ligger på högre tal och att överensstämmelsen med mätdata ökar ju mer solvärmetskottet dämpas i kalkylerna med program som ENORM.

Enkätstudien visade:

Kv Nejonögat (15,8% fönsterarea i 5 av golvarea i riktning ost-syd-väst): alla har persienner i vardagsrummet. 24 av 27 har dem nere under sommaren varav 12 har dem öppna. Under vintern har 13 av 29 persiennerna nere men bara 2 av dem har dem stängda. 25% använder persiennerna för att skydda textilier och blommor, 31% för att reglera ljusinsläpp, 3% nämner värmereglering. Ingen anser det vara för varmt i vardagsrummet på vintern.

Skebokvarnsvägen 321. 27 av 30 lgh har persienner. 11 av 23 lgh har dessa neddragna även på vintern, varav 1 även låter dem vara stängda. 18 av 20 motiverar användning av persienner med att de vill reglera ljusinsläppet eller skydda textilier och blommor. Ingen anser det vara för varmt i vardagsrummet på vintern.

Skebokvarnsvägen 324. 29 av 33 lgh har persienner. 12 av 26 lgh har dessa neddragna även på vintern, varav 1 även låter dem vara stängda. 2 lgh anser det vara för varmt i vardagsrummet på vintern.

Kv Rävén. 18 av 21 lgh har persienner. 5 av 17 lgh har dessa neddragna även på vintern, men ingen låter dem vara stängda. 8 av 17 motiverar användning av persienner med att de vill reglera ljusinsläppet eller skydda textilier och blommor. 3 vill slippa insyn och 6 vill reglera värmen. 6 anser det vara för kallt i vardagsrummet på vintern.

² Solenergitillskott jfr med uppvärmningsbehov före soltillskottet för byggnad med F-system och baserat på ENORM.

Dessa 4 objekt indikerar att nästan hälften av de med persienner har dem nere även på vintern, även om man då låter de vara ”öppna” för ljusinsläpp. Men neddragna persienner i läget ”öppet” ger förmodligen en hel del solavskärmning även de.

Förutom persienner har man i bostaden normalt även gardiner, som också de ger viss solavskärmning, men dess användning har vi inte frågat om.

Om beräkningsprogrammet ska användas för kylberäkningsbehov kan antagas att samtliga använder sina persienner under sommaren, varav hälften i stängt läge, men osäkert hur man gör vid extrem värme, respektive om man har aktiv kyla som alternativ.

Installeras yttre fasta solskydd kan avskärmningen ingenjörsmässigt beräknas och användas som indata. Om det yttre solskyddet är rörligt, som markiser och alltså påverkas av beteendet, måste brukarbeteendet uppskattas.

Inverkan av intern solavskärmning redovisas med några exempel i tabell 1.

Fönstertyp	Solfaktor
3-glas	0,67
3-glas + mellanliggande persienne	0,38
3-glas + invändig gardin, ljus luftig och fördragen	0,49

Tabell 2.1. Påverkan från intern solavskärmning

Gardinen i exemplet skärmar alltså av 27% av solvärmens in och persiennen 43%. Men ju fler glas eller bättre energiglas ju mindre påverkan får invändig avskärmning. Sämre solavskärmning kan ju kompenseras av ökad vädring. Det innebär att det finns gränser för hur mycket solvärme vi egentligen släpper in. Olika förslag kan övervägas:

1. Vi har redan ställt som krav att man kan definiera byggnaden i olika zoner så den del som är sydorienterad läggs i en zon och t.ex. norr-orienterade delar i en annan och att programmet sedan beräknar värmebehovet för dessa zoner var för sig. Det gör t.ex. inte ENORM.
2. Kanske den mer påtagliga skillnaden uppstår om programmet beräknar värmebehovet timme för timme och bara tar in solvärme så länge värmebehov föreligger. Då uppstår frågan om var överskottsvärmen tar vägen. Lagras den in i byggnaden så kan mer värme tas emot än vad som behövs den timmen. Men om boende avskärmar, öppnar fönster eller termostatventilerna inte reagerar tillräckligt bra då stämmer inte beräkningen. Hur mycket vet vi inte utan mycket mer ingående beräkningar och studier.

Ett alternativ är att programmet beräknar instrålad effekt och dämpar bort större delen av värmeeffekten över en viss antagen nivå beräknad som watt/m² golvyta i den aktuella zonen i byggnaden. Om alla lgh ligger i den zonen så kommer i praktiken effekt/m² för de solbelysta lgh att vara större än för de som inte är solbelysta. T.ex. plan 3 – 5 är solbelyst, men inte 1-2. Vi får acceptera att angivna värden blir grova. Ska dämpningen beräknas utifrån beräknade effektvärden krävs timvisa beräkningar på något sätt även om dessa sedan beräknas på fördelningskurvor månadsvis av sol och utetemperatur. Alternativ beräknas ett genomsnittsvärde för soleffekt per månad och andra schablonvärden på beteendefaktorn tas fram. Vad som talar emot detta alternativ är att de boendes beteende inte självklart är så dynamiskt. Det kanske räcker med en mycket solig dag för att persiennerna åker ner och sen ligger nere under resten av veckan även om de följande dagarna blev halvsoliga. Slutsatsen av detta är att om programmet räknar på timnivå så ska man kunna ansätta någon dämpning som funktion av instrålad värmeeffekt, med ngt värde som vi idag inte kan ange, men som vi skulle kunna ansätta så att resultaten blir någorlunda lika även jämfört med program som inte räknar på timnivå.

3. Ett enklare alternativ är att man dämpar solinstrålningen med avseende på glasandel (glasyta/golvnya). Dvs vi ansätter en avskärmningsfaktor som funktion av glasandel som tillämpas för

hela året oavsett årets variationer eller när på dygnet Detta alternativ verkar ligga bättre i nivå med EU-direktivets beräkning av yttre solavskärmning. Vi kan anta att ju större glasyta i lgh ju större beteendemässig avskärmning. Motiv: värme och ljus. Vi kan också anta att lägenheter som besväras av solvärme kommer förr eller senare att ha effektiva solavskärmare, t.ex. persienner oavsett om dessa installerats från början eller inte. Och de som inte skärmar av annat än med gardiner kommer vädra desto mer.

Men beteendet kommer också påverkas av inne-temperatur, värmeeffekt, solorientering, tid på dygnet, om man är hemma etc och sambanden är svåra att beskriva. Förenklingar är därför nödvändiga varför olika alternativ kan diskuteras.

Vårt förslag i kravspecifikationen bygger på alternativ 3 enligt ovan.

Den europeiska metoden för att beskriva yttre skuggning hanterar inte solskuggning från omgivande träd. I Sverige är det främst barrträden som skuggar under uppvärmningssäsongen eftersom lövträden har fällt sina blad. Att skuggningen kan bli ganska omfattande illustreras av bilder tagna från en av de studerade områdena, kv Svavlet. Här är förmodligen skuggningseffekten större än de 10% (transmissionsvärde 90%) som vi föreslagit som defaultvärde för barrskog placerad i byggnadens närhet. Kanske är skuggningseffekten så stor som 20 – 50%, men utan verkliga solenergimätningar på några fasadpunkter är detta svårt att bestämma. Så kraftig tallskog så nära byggnaderna är sannolikt mindre vanliga, varför vi tills vidare föreslår ett lägre värde.



Kv Svavlet. 3 nov 2001, kl 15.00. Skuggningseffekter.

3. Kravspecifikation

Se Bilaga 1.

Följande kommentarer och diskussion utgör underlag för kravspecifikationen.

För att själv kunna välja mellan olika alternativ i projekteringskedje när man saknar egna fönsterdata, bör det finnas en hjälptabell. Fönstrets mörker-U-värde och solenergitransmittans, definierat som andel solenergi som tillförs rummet jämfört med den mängd solenergi som träffar fönsterglasets utsida, skall fritt kunna väljas av användaren baserat på fönsterleverantörens data. Exempel på fönsterdata ges i tabell 2.1. Såväl U-värden som solvärmemetransmittans kommer att variera beroende på fönsterutformning, glaskvalitet etc

Fönstertyp	U-värde	Solenergitransmittans
2 glas	3	0,76
2 glas +energi	2	0,65
2 glas +energi + argon	1,6	0,65
3 glas	2	0,67
3 glas +energi	1,5	0,58
3 glas +energi + argon	1,3	0,58
2+1 energifönster 1,0	1,0	0,58

Tabell 2.2. U-värden och solvärmemetransmittans, källa Pilkington. Dessa värden beror på typ av lågemissionsskikt och glassammansättningen varför tabellen bör uppdateras och även kontrolleras jfr andra leverantörer

Beteenderelaterad inre avskärmning

Förslaget till hur avskärmningen påverkas av lägenhetens glasyta framgår av ekvationen:

Inre avskärmning (I) = $90 + k \times (G - 7)$ (%) (ekvation 2.1)

G = Glasarea/golvarea i bostadszon (%)

Med kalibreringsfaktor 3 erhålles en avskärmning enligt följande tabell:

Glasyta/golvyta i bostadszon (G)	Inre avskärmningsfaktor (I)
<7	0,9
8	0,87
9	0,84
10	0,81
11	0,78
12	0,75
13	0,72
14	0,69
15	0,66
16	0,63
17	0,6
18	0,57
19	0,54
20	0,51

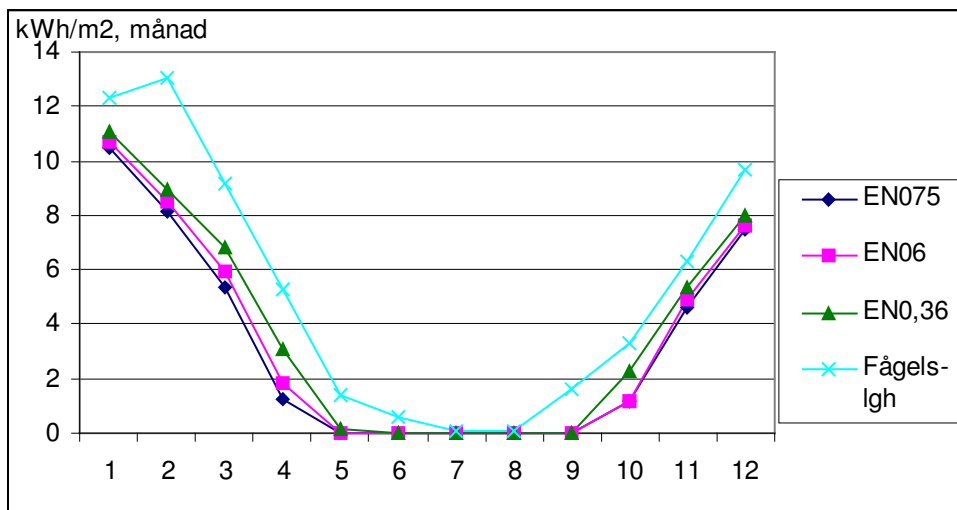
Exempel:

För en byggnad med 16 % fönsterarea jfr med golvarea och en glasandel på 70 % värde erhålles efter omräkning till glasandel (11,2 %) en inre avskärmningsfaktor på 0,78. Fönsterarea och glasandel är inmatningsvärden som behövs ändå. Maxvärdet i tabellen 20 % glasandel representerar en lägenhet med en helglasad kortsida på 5 meter och 10 meter djup. För ekvationen sätts dock ingen gräns.

4 Beräkningsexempel

Kraven enligt avsnittet 3 har tillämpats på kv Fågelsången. Beräkning av värmebehovet (exkl varmvatten) har beräknats med hjälp av ENORM. Fastigheten har en fönsteryta på 17,5% av golvarean för bostadsdelen och ligger i en tallsuggande sluttning, har tre-glasfönster med energiskikt. I figur 1 redovisas resultatet från olika förutsättningar där dels verkliga mätdata för tillförd värme till

lägenheterna använts (utslaget på lägenhetsytan) och dels simulerad värmeåtgång med tre olika antaganden för solinstrålningen och dess avskärmning, varav ett antagande (EN 0,75) svarar mot slarvigt använda default-värden i ENORM, ett annat mot att hänsyn tagits till energifönstrets egenskaper och det tredje (EN 0,36) där modellvärden enligt kravspecifikationen tillämpats. Däremot har inte hänsyn tagits till att några fönster har balkonger som ger horisontavskärmning.



Figur 1. Värme till radiatorerna med olika antaganden på solavskärmning, samt verkliga mätdata.

5. Behov av kompletterande forskningsinsatser

I kv Råven var det färre, ca en tredjedel som använde persiennerna även på vintern jämfört med kv Nejonogat. I kv Råven är det också fler som klagar på för låg temperatur på vintern. Finns det kopplingar mellan innetemperatur och persienneanvändning? Eller beror skillnaden på att i I kv Råven har man fördelningsmätning av värmen? En mer detaljerad bild av persienneanvändningen vintertid kräver djupare studier. Är de ständigt nerdragna eller bara soliga dagar? I så fall hur många timmar per dag? Hur varierar detta med vädersträck? Är svaren för sommarfallet tillämpligt även för soliga dagar i april-maj när värmen fortfarande är påslagen och att alltså fler har persiennerna inte bara neddragna utan även stängda? Hur gör man i de övriga rummen med persiennerna?

Det finns ett klart behov av att närmre penetrera de boendes solavskärmning.

Bättre data på vilka solskuggningseffekter som tallskog ger i byggnaders närhet borde också bli föremål för en mätstudie.

3.1. Ventilation. Luftflöden och system

1. Hur stor inverkan har parametern? Ca 50 -70 kWh/m²³.

Ventilationsförlusterna ligger på samma nivå som de teoretiska förlusterna via klimatskärmen. Möjligheterna att minska dessa kan vara genom behovsanpassning av ventilationen i bostaden, respektive biutrymmen och genom värmeåtervinning.

Värmeåtervinning beskrivs under avsnitt 4.5 och vädring i avsnitt 3.2. Ofrivillig ventilation i avsnitt 2.2.

2. Kravspecifikation

Se Bilaga 1. Följande kommentarer och diskussion utgör underlag för kravspecifikationen i bilaga 1.

3. Kommentarer

Ventilationen står för ca hälften av värmeförlusterna i nyproduktion och måste av nödvändighet hanteras med noggrannhet om krav ska kunna ställas på en beräkningsmodell/programvara som ger förutsättningar att bättre återspegla verkligheten. För fastigheter med ett större antal fläktsystem (ett av MEBY-objekten har 12 olika fläktsystem i fastigheten, ca en fläkt per 10 lägenheter) måste programmet underlätta hanteringen även av många fläktar.

För att underlätta för användaren bör programmet vara pedagogiskt och inte tyngas ner av information eller indatarutor som inte är relevanta för det system man inledningsvis har valt.

Den föreslagna förenklingen med klassalternativ i programskedet bör kunna leda till mer realistiska luftflöden än vad inmatningsrutinen för ENORM givit. Möjligheterna till behovsstyrd ventilation ökar påtagligt komplexiteten i projekteringsskedet, men är beräkningsmässigt relativt enkelt. Men det kräver pedagogik i utformningen av inmatningsförfarandet. Det är också önskvärt att byggherren och projektörerna börjar tänka mer i termer av behovsanpassning. Reduktionstalen för servicedelen är bara teoretiska eftersom konstantflöde eller självdrag är den konventionella lösningen. Framtiden får visa vilka värden som är realistiska.

För VAV-system eller annan form av reglering av luftflöden kan användaren beräkna och ange talet för vilken reducering som systemet i genomsnittet ger under uppvärmningssäsongen.

För bostadsventilation har reduktionstal på 40% diskuterats i samband med teknikupphandling av behovsstyrd bostadsventilation, men finns ännu inte verifierat. Ett större EU-projekt med svenska deltagare kommer påbörjas vid årskiftet 2001/2002 och kan komma att ge ytterligare kunskaper om sådana system. Förutsättningen för att behovsstyrd ventilation ska ge en reduktion av energianvändningen är att också system för fördelningsmätning införs. I annat fall finns inget incitament att t.ex. aktivera en bortafunktion för ventilationen. Något krav på automaik i en sådan koppling har inte formulerats. Det vore dock bra om användaren informeras om att behovsstyrd ventilation i bostadsdelen kan kräva en kombinerad fördelningsmätning (incitament) och effektiv värmereglering i lägenheten (värmebehovet kommer variera med luftflödet) för att ge avsedd energibesparing.

För system med låga tryckfall och som inte har inbyggd reglering ökar luftflödet vid låga temperaturer. Speciellt vid självdrag. Det vore bra om programmet kan beräkna hur luftflödet då kommer variera med utetemperaturen om bara systemet definieras i form av luftflöde, tryckuppsättning, donareor, etc vid en definierad utetemperatur.

Inslag av självdrag för delar av byggnaden är inte ovanliga. Komplexiteten för programvara och inmatning har dock varit motiv för att inga krav ställts på denna beräkningsmöjlighet. Med tanke på de

³ Enorm beräkning MEBY-objekt.

europiska ambitionerna att få fram teknik och metoder för hybridventilation och ”naturlig” ventilation (kontrollerade självdragssystem) vore beräkningsstöd för system där termiska drivkrafter har stor betydelse intressant. Vägledning och referenser från genomförda IEA-studier ges i referens 2 i detta avsnitt.

Lägenhetsaggregat för ventilation har normalt forceringslägen med högre luftflöden, men beroende på hur de injusterats kan ofta också ett lägre luftflöde väljas. Vilka verkliga luftflöden denna typ av ”behovsstyrning” ger som resultat för lägenheter med respektive utan fördelningsmätning vet vi idag inte mycket om. I ett av MEBY-objekten med sådant system och fördelningsmätning ställs frågan hur man har köksfläkten normalt inställd. Två av 21 har min-läget aktiverat, tre har maxläget aktiverat, övriga har normalläget på. Att i inmatningen kunna välja ett sådant system möjliggör senare korrigeringar om vi får fram bättre erfarenhetsvärden i framtiden.

Inga inmatningsrutiner för att belysa system med kylning under sommarperioden har föreslagits. Skulle kräva väsentligt mer detaljerade driftbeskrivningar för lika systemtyper, nattkylning, aktiva kylning, olika driftfall och vad de sedan ger för bostäder där fönstervädring är den dominerande tekniken för kylning blir inte lätt att beskriva i form av energitermer.

4. Behov av kompletterande mätinsatser

Ja, om beräkningsunderlag för lågtryckssystem skulle ingå.

Det finns också behov av kunskap om möjlig reduktion av luftflöden i olika rumstyper i byggnadens servicedel. Hur lågt kan luftflödet ställas för hisschakt, städskrubbar etc om dessa behovsstyrs utifrån ventilationsflödets uppgift för respektive delområde, hur kan detta praktiskt styras. Ett antal försök och fullskaleprojekt borde därefter initieras.

5. Behov av kompletterande forskningsinsatser

Detta avsnitt är ett av de svårare och det skulle säkert vara bra med mer fördjupade studier i hur programmet kan användas och hur det skulle kunna vidareutvecklas när de första programversionerna finns framme.

6. Referenser

1. Wickman Per, Engvall Karin. Väderleksanpassad ventilation i bostäder. BFR A5:1996
2. Hybridventilation. <http://hypvent.civil.auc.dk> . Litteraturen finns också på CD (t.ex via ake.blomsterberg@jw.se)

3.2. Vädring

1. Hur stor inverkan har parametern? Ca 3 - 40 kWh/m².

2. Kravspecifikation

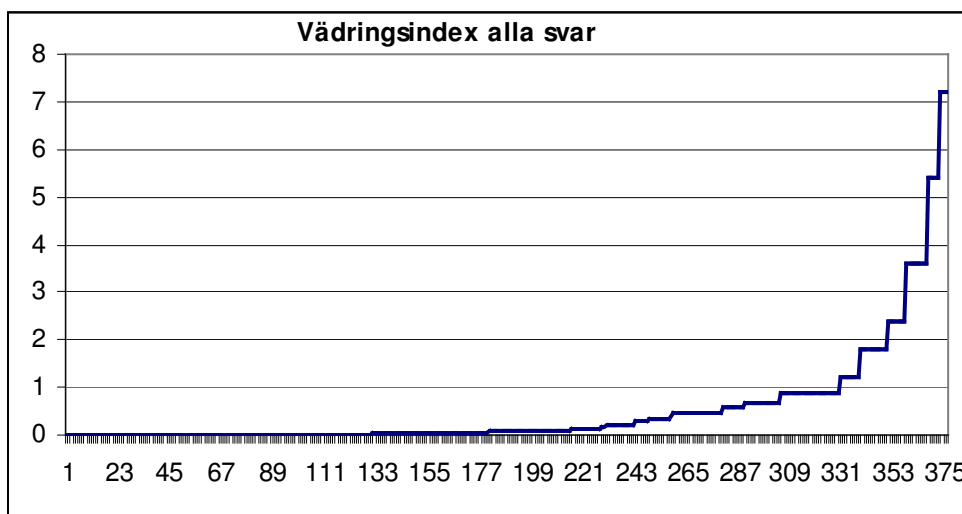
Se Bilaga 1. Följande kommentarer och diskussion utgör underlag för kravspecifikationen i bilaga 1.

3. Kommentarer

Vädringens storlek och vad som påverkar vädring har ingående studerats i MEBY-enkäterna. Enkäterna besvarades i perioden mitten av februari till mars och givit ett underlag i form av ett vädringsindex. Omräkning av index till luftflöden kvarstår att genomföra.

Med utgångspunkt från standardfrågorna för vädringsbeteende 1) hur ofta man vädrar, kan vi se att i hela Meby-materialet (N= 393) vädrar 75% dagligen och på frågan 2) hur länge man vädrar, svarar 20% att de har fönstret/balkongdörren öppet ständigt eller hela dagen/ hela natten. Detta är ett normalt vädringsbeteende sett till vad som gäller för nybyggda flerbostadshus generellt i Stockholm (77% resp 20%) sett till data från Stockholmsundersökningen (N= 9808).

För att kunna kvantifiera vilken påverkan vädringen kan ha på luftomsättningen måste dock frågeställningen förfinas, där "hur ofta" och "hur länge" kompletteras med "med vad?" och "hur stor öppning?" har man när man vädrar? Genom att sätta kvantitativa mått på dessa storheter bildas ett vädringsindex baserat på följande sätt: *Hur ofta vädrar du under eldningssäsongen?* Där dagligen ges faktor 1 och en gång i veckan 0,14. *Vad öppnas?* Balkong ges faktor 2, fönster faktor 1 och vädringsfönster 0,5. *Hur länge har man öppet?* Ständigt ges faktor 1, hela dagen eller natten faktor 0,33, några timmar ges 0,125. *Om vädring det senaste dygnet hur stor vädringsöppning?* >10 cm ges 4, en öppning på 5-9 cm ges 3, en öppning på 2 - 4 cm ges 2 och öppning på mindre än en cm ges 1. Vädringsindex utgörs av produkten av dessa tal och kan för varje svarande/lägenhet bli maximalt 7,2, endast 4 av 376 lägenheter uppnådde detta värde. 7 % av lägenheterna uppnådde ett vädringsindex på 3,5 eller mer vilket enligt våra uppskattningar motsvarar ett tillkommande luftläckage på 15 l/s eller en ökning av luftomsättningen med ca 50% för ventilationssystem med frånluft och det dubbla om FTX-system. Medelindex av alla lägenhetssvar blev 0,54 motsvarande ett tillkommande luftflöde på 2,2 l/s för en frånluftsventilerad lägenhet. Se även figur 1 där varje enkätsvar utgör en egen punkt.



Figur 1. Vädringsindex alla 375 svar.

⁴ Enorm beräkning MEBY-objekt för genomsnittlig vädring respektive för en storvädrare (7,2 i vädringsindex).

Av figuren kan vi se att det är en ganska liten grupp på drygt 10% som har ett vädringsbeteende som mer påtagligt påverkar energianvändningen.

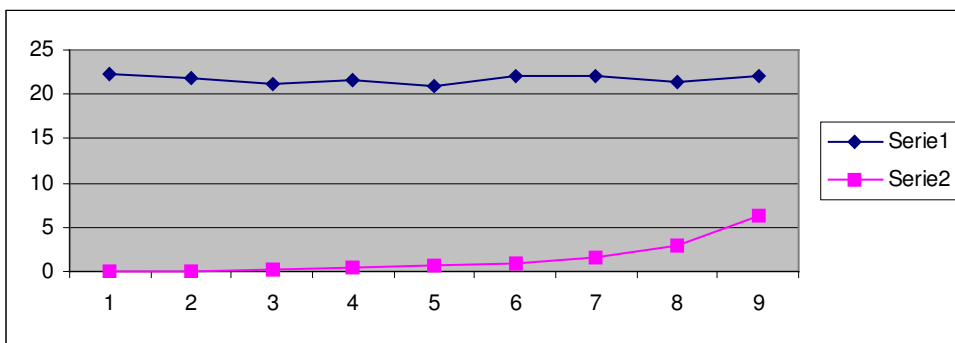
Vilket luftflöde ger öppet fönster?

Har ännu inte analyserats.

Vädring som funktion av innetemperatur

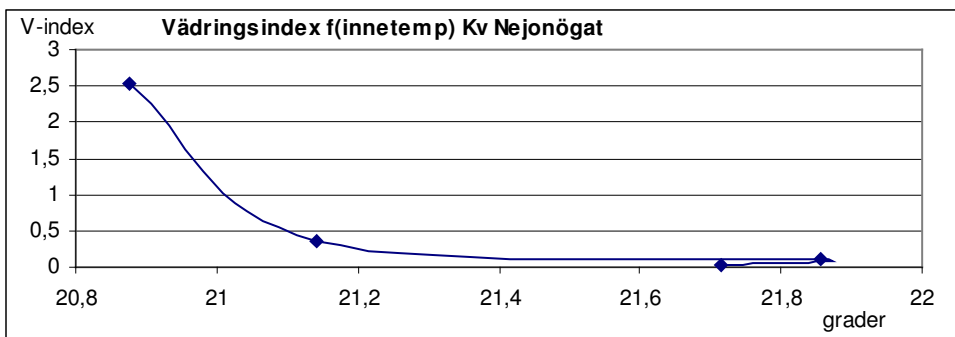
Ett av skälen till vädring kan vara att man tycker att det är för varmt inne och därför vill få in "frisk luft" eller få ner temperaturen. Samtliga lägenhetsinnehavare har mätt sin innetemperatur med en termometer som skickades med i samband med enkäten. Egen avläsning som metod förefaller vara en praktiskt genomförbar metod (få luckor i svaren) och ge data med tillräckligt hög noggrannhet (*vi kommer att genomföra jämförande analyser med verkliga mätdata senare*). Medelvärdet för innetemperaturen för samtliga lägenheter ligger på 21,8 °C, men varierar något mellan de olika husen. Totalt sett är det YY% av samtliga svarande som menar att det är för varmt i vardagsrum mot ZZ i sovrum. Det är också bara YY som menar att luften känns unken och YY att den känns instängd. Sambandet mellan vädringsindex och upplevelsen att det är för varmt i vardagsrum är låg ($r=0,13$) inte heller sambandet mellan bedömningen att luften är unken och vädringsindex är särskilt stor (??)

Skulle vädring användas som ett sätt att reglera värmen är problemet att om man verkligen lyckas få ner värmen kommer temperaturmätningarna snarare att mäta effekten av vädringsbeteendet inte skälet till denna. Detta medför att vi inte kan finna något samband mellan uppmätt temperatur och vädringsbeteende orsakat av för varma lägenheter. Av nedanstående figur (figur 2) framgår att det sett tillsammans svar inte går att se något samband med den uppmätta temperaturen i lägenheten vid en uppdelning av materialet efter vädringsindex.

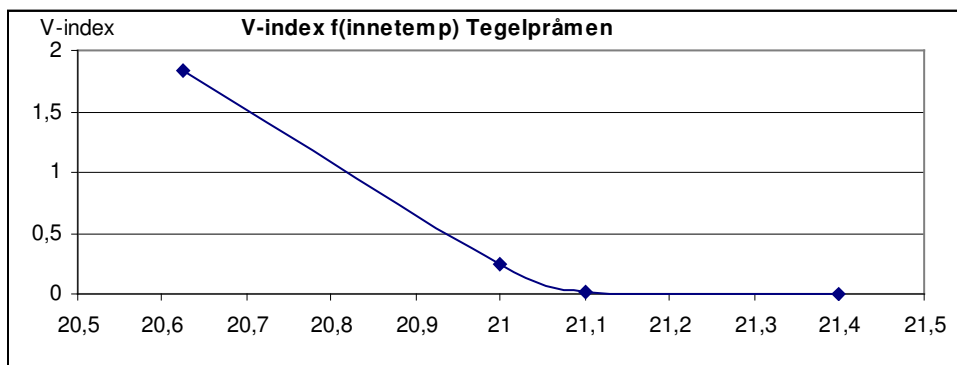


Figur 2. Vädringsindex (serie 2) som funktion av egna uppmätta innetemperatur (serie 1), alla svar

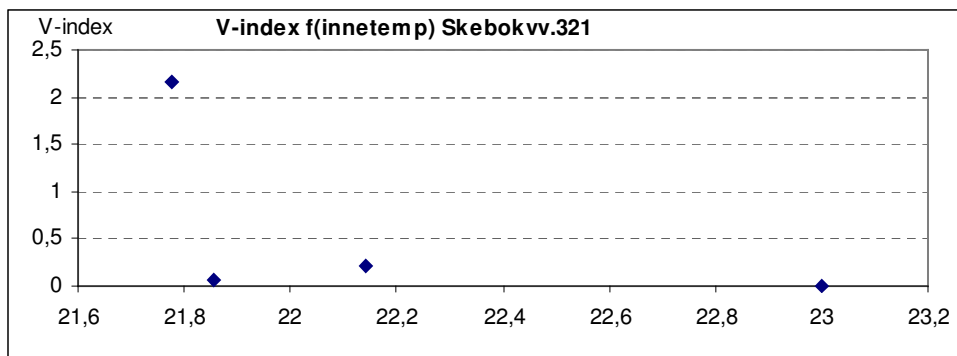
Motsvarande analys uppdelat på respektive byggnad framgår av figurerna 3 –6.



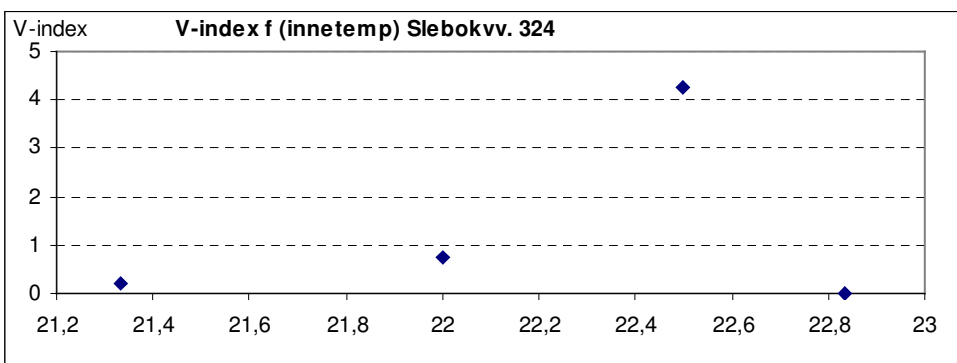
Figur 3. Vädringsindex (serie 2) som funktion av innetemperatur.



Figur 4. Värdringsindex (serie 2) som funktion av innetemperatur.



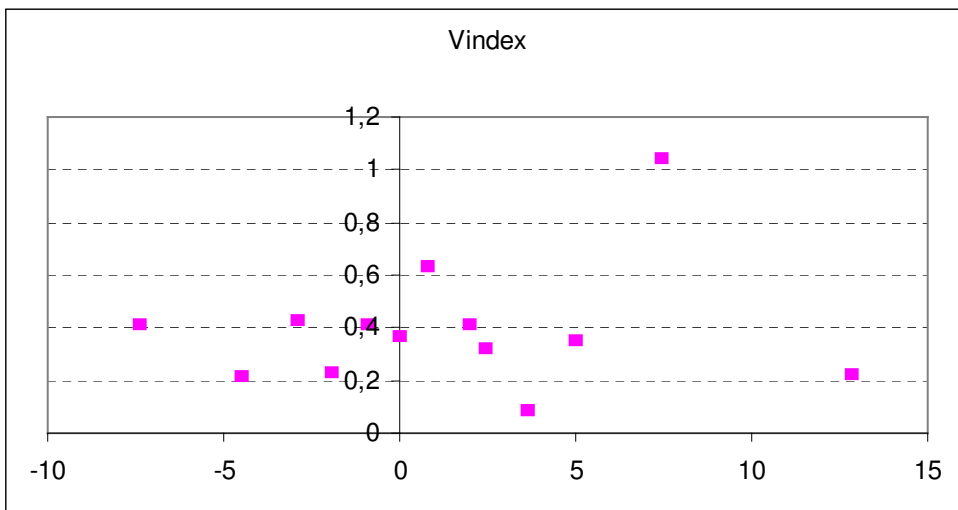
Figur 5. Värdringsindex (serie 2) som funktion av innetemperatur.



Figur 6. Värdringsindex (serie 2) som funktion av innetemperatur.

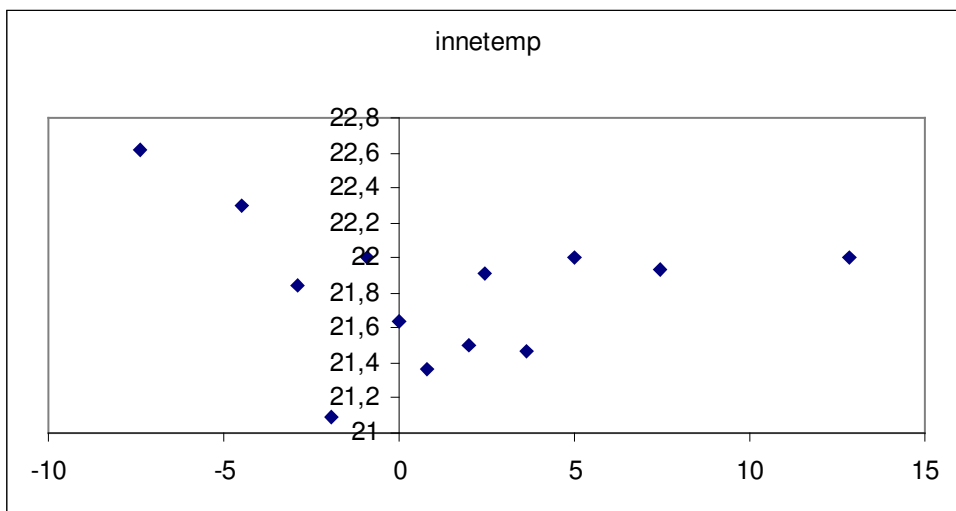
I figur 3 och 4 och möjligen i figur 5 kan vi se en tendens att de som vädrar mycket faktiskt får en lägre innetemperatur som resultat. Figur 6 talar emot detta. Kanske var enkäten för sent i perioden (slutet mars) så att störningar i form av solljus och dagstemperaturer stör för mycket.

Påverkar utetemperaturen vädringsbeteendet i dessa jämförelser? När hela materialets vädringsindex jämförs med utetemperaturen erhålles ett resultat enligt figur 7, som inte ger några samband, dvs hela materialet oavsett utetemperatur vid enkättilfället bör kunna användas. En delvädringsfråga kan dock ha påverkats: Om vädring senaste dygnet hur stor vädringsöppning? Å andra sidan var nattetemperaturerna runt noll eller lägre hela marsperioden.



Figur 7. Vädringsindex som funktion av utetemperatur.

Det är naturligtvis också väsentligt att inte variationer i utetemperaturen har påverkat innetemperaturen allt för mycket. Figur 8 visar att någon sådan korrelation inte kan ses. Däremot vet vi att innetemperaturen varierar med ca 1 grad mellan dag/natt som följd av sol, utetemperatur och aktiviteter.



Figur 8. Innetemperatur som funktion av utetemperatur.

Vädring som funktion av rökning

När gruppen rökare (45 st av 396) jämförs med icke rökare kan vi se att vädringsindex är något högre 1,1 istället för ett index på 0,47 för gruppen icke rökare. Gruppen rökare har också 0,45 grader lägre innetemperatur i genomsnitt jämfört med gruppen icke rökare.

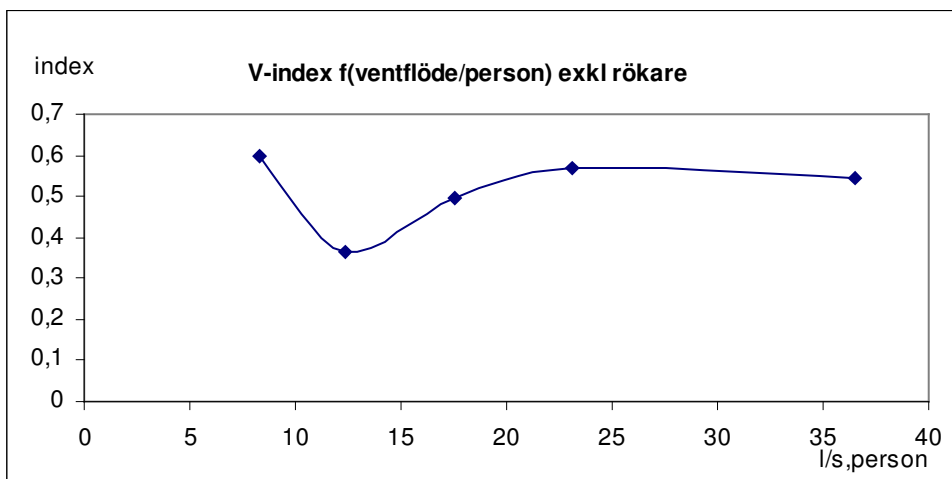
Vädring som funktion persontäthet

En annan hypotes är att man vädrar mer om ventilationsluften är lägre. Från Stockholmsprojektet vet vi att omkring 80-85% säger att de vädrar för att få in frisk luft medan 20 -30% vädrar för att det är för varmt. Nu har vi inte kunnat mäta luftflödena i lägenheterna och vi får antaga att de uppfyller normala projekterade värden, även om vi vet att det förekommer variationer i detta. Däremot kan vi beräkna luftflöde i förhållande till personbelastning. En hög personbelastning skulle då kunna öka behovet av extra vädring. Utifrån rumsantal har projekterat luftflöde antagits enligt tabell 1.

Rum/lgh	l/s
1	25
2	25
3-4	35
5-6	45
>7	45

Tabell 1. Beräkningsnyckel för luftflöde l/s som funktion av antal rum

Vidare har detta uppskattade luftflöde dividerats med antal personer i respektive lägenhet för att därmed ge ett uppskatt beräknat luftflöde per person. Detta är tänkt att utgöra ett möjligt kriterie på ett behov av ökad vädring för att kompensera för låg ventilation i förhållande till personbelastning. Vädringsindex som funktion av detta luftflöde framgår av figur 9, som baseras på medelvärdesbildning av mätdata för olika intervall.



Figur 9. Vädringsindex som funktion av luftflöde per person.

För att inte störa eventuell korrelation har rökarna inte tagits med. Ändå kan inget samband konstateras. Detta kan tolkas som att med normala luftflöden så räcker luften mer än väl till även om luftflödet sjunker ner till 6 – 7 l/sekund och person. Detta skulle också kunna tas till intäkt för att det finns en potential för behovsstyrd ventilation i alla de lägenheter där personbelastningen är lägre, förutsatt att tillräcklig ventilation för att föra ut emissioner från material har säkrats.

Övriga korrelationer

Vädringsindex som funktion av lägenhetsorientering, kallt vardagsrum önskad temperatur och drag har ännu inte studerats.

Slutsatser

Kan vi inte mäta ett samband mellan innetemperatur och vädring kan vi inte heller simulera ett sådant, även om vi skulle tro att en dålig injustering där fler får högre oönskade temperaturer också skulle resultera i högre vädring. Eller att oönskade höga temperaturer som följd av värme som leds in från grannlägenheter leder till ökat vädringsbeteende. Vi kan inte heller simulera högre vädringsflöden som funktion av ökad personbelastning även om detta kanske förekommer i vissa mycket kraftigt personbelastade lägenheter. Vi saknar underlag för det och de kan antagas utgöra en marginell företeelse. Däremot kan vi uppskatta vilka genomsnittliga luftflöden som vädringen ger och lägga till detta som ett schablonvärde oavsett innetemperatur eller personbelastning. Vi kan också fråga de boende hur de verkligen vädrar för att i verifieringsskedet kunna kalibrera för denna faktor.

Vi kan också beräkna om skillnad i vädringsindex för rökare är värt att korrigera för.

4. Behov av kompletterande mätinsatser

Kompletterande telefonbaserade enkäter till dessa (eller delar av) lägenheter om temperaturen just nu (fler årstider) och hur de vädrar/vädrat har tidigare föreslagits.

5. Behov av kompletterande forskningsinsatser

Det finns underlag för att med det befintliga materialet analysera mer i detalj eventuella samband mellan vädring och olika parametrar, t.ex. sambandet mellan bedömningen av luftkvaliteten, unken lukt etc och vädringsbeteende om den boende faktiskt själv är konsekvent här dvs är det de som tycker att det är unken och instängd luft/luft som också vädrar. Hur ser sambandet ut mellan luftflöden och vädringsindex.

En beteendevetenskaplig analys kan arbeta utifrån modeller där man samtidigt konstanthåller personliga faktorer t ex kön, ålder, rökning, personbelastning, vistelsetid hemma för att sedan ta in innetemperatur och studera risken för vädring, ute temperatur och risken för vädring, husstorlek och risken för vädring, lukter och risken för att vädra,, dragupplevelse och risken för vädring etc olika faktorer som man tror påverkar risken för att vädra. Förekomst av korsdragsvädring kan studeras via kompletterande enkäter.

Mer detaljerade analyser över vilka luftflöden som i praktiken uppstår med vädring motsvarande några olika vädringsindex vore värdefullt för att säkra nivån på våra antaganden. Här skulle man kunna tänka sig några olika alternativa mätförfaranden, t.ex:

- spårgasmätningar, korttid under kontrollerade väderleksförhållanden för lägenheter med individuella mätare och långtidsmätningar
- mätning av tillförd energi och konstanttemperaturhållning
- mätning av tillförd energi och temperaturnivå i mätlägenhet parallellt med omgivande lägenheter

Ett mätprojekt bör också genomföras som syftar till att närmre studera om den modell för vädringsindex som föreslagits i detta projekt ger tillförlitliga resultat. Det är inte säkert att luftflödet är proportionellt med fönstrets öppning inom hela intervallet, etc.

4.1. Värmekapacitet

Se Bilaga 1. Inga kommentarer.

4.2. Värmeproduktion

1. Hur stor inverkan har parametern?

Ca 0-15 kWh/m²⁵.

2. Kravspecifikation

Se Bilaga 1. Följande kommentarer och diskussion utgör underlag för kravspecifikationen i bilaga 1.

3. Kommentarer

Beräkningsprogrammet syftar främst till att beräkna energibehoven och inte kalkylera produktionsanläggningar.

Kravet avseende solvärme förutsätter att projektör beräknar produktionsdata eller att erfarenhetsvärden används. Visst hade det varit trevligt om programmet i tidigt skede kan beräkna solenergi från solvärmeanläggningar utifrån inmatning av antal m², defaultvärden på verkningsgrad, solfångarnas orientering etc. Detta kan utgöra kommande tilläggsprogram om det senare finns en marknad/behov för detta, varför inte ens börkrav har formulerats för detta.

I driftskedet är det främst producerad nettoenergi från produktionsanläggningen som är viktigt. Denna uppgift förutsätter att anläggningen förses med en energimätare på utgående värme, vilket är ovanligt i befintliga anläggningar i flerbostadshus men ändå klart motiverat. Detta gäller alla former av produktionsanläggningar, värmepumpar, aktiv solvärme, etc. Uppföljningen blir också ett mått på anläggningens verkliga verkningsgrad, som i äldre anläggningar kan vara väsentligt lägre än man föreställt sig (ref 1).

Inmatning av förbrukningsdata för bränslen i driftskedet möjliggör utdata till miljöbelastningsprogram.

4. Referenser

1. Vad kostar värmen. SIB

4.3. Värmedistribution

1. Hur stor inverkan har parametern?

Ca 3 kWh/m².

2. Kravspecifikation

Se Bilaga 1. Följande kommentarer och diskussion utgör underlag för kravspecifikationen i bilaga 1.

3. Kommentarer

I ENORM.-programmet beräknas distributionsförlusterna schablonmässigt till 30 W/K,m² BRA för fjärrvärmda system med termostatventiler. Med temperaturskillnaden avses skillnad mellan framledningstemperatur och rumstemperatur och kommer därmed att variera under uppvärmningssäsongen. Nivån enligt Enorm-programmet motsvarar för en normal byggnad ca 3 kWh/m² uppvärmd yta, dvs ca 300 kWh/lgh. Som andel av uppvärmningsenergin varierar detta mellan 3,5 till 15% beroende på byggnadens värmeanvändning. Att dessa förluster ska ligga kvar på

⁵ 0 – 10% av nettobehovet.

samma absoluta nivå för mycket energisnåla byggnader verkar inte rimligt. Förslaget, enligt kravspecifikationen, som en procentsats innebär att distributionsförlusterna blir i proportion till byggnadens värmeåtgång.

Dras ledningarna centralt till en matningspunkt, kommer merparten av distribuerad energi också byggnaden tillgodo och förlusterna har därför antagits bli lägre. Mer ingenjörsmässiga kalkyler verkar inte rimligt då svårigheten främst handlar om att bedöma vilken andel av värmeförlusterna från dessa ledningar som blir förlorad energi.

Värmesystemets distributionsförluster uppskattas uppgå till 5% av distribuerad värmeenergi för ledningssystem dragna i fasad och till 3% för ledningssystem dragna i centralt värmeschakt dragna till en matningspunkt per lägenhet (klass A och B). Golvvärme ger högre temperaturer i golvbjälklaget vilket motiverar högre förluster.

4. Behövs mer mätningar?

Föreslagna värden borde egentligen baseras på mer grundliga värmetekniska analyser för olika systemlösningar och isoleringsnivåer. Detta kunde kanske vara en lämplig uppgift för något examensarbete? Värdena kan sedan justeras vart efter bättre underlag föreligger.

4.4. Styr- och regler, systemförluster

1. Hur stor inverkan har parametern?

> 10 %.

2. Kravspecifikation

Se Bilaga 1. Följande kommentarer och diskussion utgör underlag för kravspecifikationen i bilaga 1.

3. Kommentarer

Med systemförluster avses diskrepans mellan önskad och erhållen temperatur i bostad och övriga utrymmen. Detta påverkas av värmesystemets utformning, injustering, reglerförmåga, incitament till lägre temperaturer i bostaden, etc. Dåliga system ger större värmespridning och högre genomsnittstemperaturer som resultat av de klagomål som de mest drabbade lägenhetsinnehavarna framför.

I programskede och projekteringsskede prognosticeras förväntad innetemperatur utifrån val energiklass/val system.

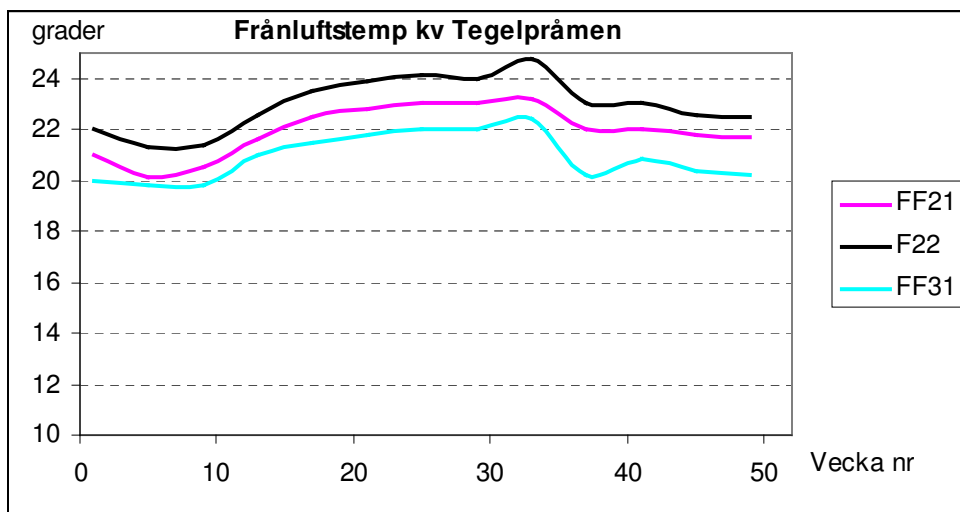
I verifieringsskede kan erhållen innetemperatur mätas, enklast via enkätmetodik, men anger bara temperaturen under mätperioden, inte dess genomsnitt under uppvärmningsperioden, vilket temperaturpåläggen utifrån klassalternativen avser. Vi nöjer oss alltså att i driftskedet konstatera storleken på dessa systemförluster utan att exakt veta hur mycket de påverkats av undermålig reglering av innetemperaturen eller av hur mycket extra de boende vädrar (utöver den väring som anges vid enkätperioden) för att bli av med övertemperaturer.

I ENORM.-programmet beräknas reglerförlusterna schablonmässigt till samma nivå som för distributionsförlusterna. Dessa förluster motsvarar nivån som en grads temperaturhöjning av innetemperaturen motsvarar. Detta är ett rimligt antagande. Räkner man med 20 grader inomhus uppstår förluster som motsvarar 21 grader i praktiken, eftersom det blir varmare i en del lägenheter och kallare i andra. Vi har valt en mer sofistikerad modell för att premiera reglersystem som håller en högre standard och där vi har möjlighet att följa upp resultatet med mätningar (av innetemperaturen).

Egentligen påverkas vi av den operativa temperaturen, dvs även av drag och värmestrålning. Om temperaturerna enligt tabellen ska motsvara den temperatur där merparten av de boende är nöjda så gäller det alltså bara under förutsättning att drag inte förekommer (<0,15m/s) i vistelsezonen under

uppvärmningsperioden eller att stora fönsterytor, eller köldbryggor är placerade där man ska kunna sitta. Dragproblem vet vi är vanligt vid olämpligt utformade tilluftsdon. Stora glasytor har blivit populära senaste åren. I Stockholmsprojekten upplevde 40 – 60% av de boende drag och kalla golv. Denna komplikation är svår att korrigera för.

I kravspecifikationen redovisas endast en tilläggstemperatur för respektive energiklass som genomsnittstemperatur under året. Vi vet att dessa temperaturer i själva verket varierar såväl under året som dygnet. Speciellt stora variationer uppstår under vårperioden i byggnader med stora glasytor och stora temperatursvängningar natt och dag. Se figur i bilaga 1, detta avsnitt och figur 1, nedan. Temperaturerna i figur 1 är också påverkade av kanalkylning på vindsplanen vilket sänker temperaturen vid låga utetemperaturer. Figuren ger ändå en bild av hur nivån på hur temperaturerna i lägenheterna varierar under året.



Figur 1. Frånluftstemperatur år 2000

Beräkningar baserade på årsgenomsnittliga innetemperaturer är svåra att i praktiken verifiera. I verifikationsmetoden (avsnitt 12) används temperaturavläsningar endast för avstämning av energibalansen i denna driftpunkt. Temperaturavläsningarna sker av de boende i samband med enkätutskick. Avläsningarna sker normalt på dag/kvällstid och bör därför inte ske senare än i mitten av februari, eftersom svängningarna under dygnet därefter kan bli allt för stora, se bilaga 1, detta avsnitt.

Temperaturvariationerna påverkas av byggnadens och värmesystemets tröghet och av variationen i tillförd energi från sol, apparater och aktiviteter.

I förslaget har värmesystemets tröghet beaktats genom en egen klass (D). Tröga värmesystem som t.ex. golvvärme i tunga golv hinner inte med att reglera ner när solvärmerna kommer och ger då övertemperaturer.

Effektivare reglersystem i bostadsdelen (klass A) påverkar värmebehovet främst under den mer solbelastande vårperioden. Det finns indikationer på besparingar i befintliga bestånd på ca 10% av värmen, dvs 1- 2 graders påverkan, men vilken påverkan dessa kan ha för nyproduktion vet vi mindre om.

Klass C svarar mot dagens nyproduktionsstandard.

Om vi antar att önskad temperatur är en eller två grader högre för boende som inte själv står för kostnaderna, kommer brister i injustering av värmesystemet resultera i klagomål som ofta beaktas genom uppjustering av framledningstemperaturen. Detta är ett av att skälen till att temperaturen är

högre i Klass B-D. Men även ventilationssystemets injustering och stabilitet har stor betydelse. I nyproduktion med F-system står effektbehovet för uppvärmning av tilluften för en mycket stor andel. Om en lägenhet får 50 - 100% mer tilluft än grannen eller att ventilationssystemet kan påverkas av de boende så ger detta omgående felaktiga injusteringsvärden för värmen och risk för att ökade klagomål driver upp framledningstemperaturen. Eftersom vi inte vet i förväg hur detta problem hanteras av driftorganisationen är det svårt att beakta som en parameter och vidare skulle det kräva en motsvarande klassindelning av ventilationssystemets stabilitet, men vi bör vara medvetna om problemet i de fortsatta analyserna.

4. Finns relevanta indata?

Genomsnittstemperaturen i bostadsbeståndet är 22,2 grader och 33% av beståndet har högre temperaturer än 23 grader (ELIB-nr 7). Enkätsvaren i tio MEBY-objekt gav medelvärdet 21,8 grader för perioden feb/mars.

5. Behövs mer mätningar?

Ja, befintliga mätdata ska bearbetas, men även kompletteringar kommer krävas.

I Stockholmsprojekten varierar medeltemperaturen för de sex olika fastigheterna mellan 21,8 till 22,6 grader. Mer intressant är den stora spridningen av temperaturerna inom fastigheten, max och mintemperaturen som i genomsnitt var 5,6 grader. Nu vet vi inte om det beror på att de med låga temperaturer hade stängt av/skruvat ner sina radiatorer eller hade fönster öppna. Men mätunderlag finns troligen för att kunna svara på den frågan. Därmed skulle vi kunna få en referensbild för typisk temperaturspridning för konventionellt värmesystem.

När vi jämför energianvändningen mellan olika fastigheter vill vi kunna normalisera t.ex. beteende eller innetemperaturen. Vi kan välja på önskad temperatur eller önskad temperatur när man har ett kostnadsansvar (jfr småhusens medeltemperatur eller flerbostadshus med fördelningsmätning). Men en fastighet som har denna temperatur men ett stort antal lägenheter med lägre temperaturer och ett stort antal lägenheter med högre temperaturer innebär ändå avvikelser från referenstemperaturen för många lägenheter. En normalisering borde alltså också baseras på den genomsnittliga avvikelser mellan uppmätt temperatur och önskad temperatur. Vi skulle kunna kalla denna avvikelse för komfortavvikelsen vilket också skulle kunna vara ett kvalitetsmått på systemets förmåga att svara på kundernas behov/önskemål. Det borde vara möjligt att med underlaget från Stockholmsprojektens data beskriva avvikelserna mellan önskad och verklig temperatur. För detta område krävs kompletterande analyser och metoddiskussioner.

6. Bedömning av forskningsbehov

Vi kommer framledes att behöva bra mycket mer kunskaper om fördelningsmätningssystemens påverkan på beteende utifrån följande aspekter:

- typ av system för värmemätningen (tillförd energi eller förluster)
- påverkas innetemperaturen eller energianvändningen jämt över året eller speciellt under vissa klimatförhållanden
- hur påverkas resultaten av informationsåterföringen och prisnivå
- möjligheterna att enkelt påverka värmesystemet
- reglersystemets funktion i övrigt (snabbhet, P-band)
- klimatskärmens U-värde
- byggnadens utformning (radhus jfr punkthus)
- etc

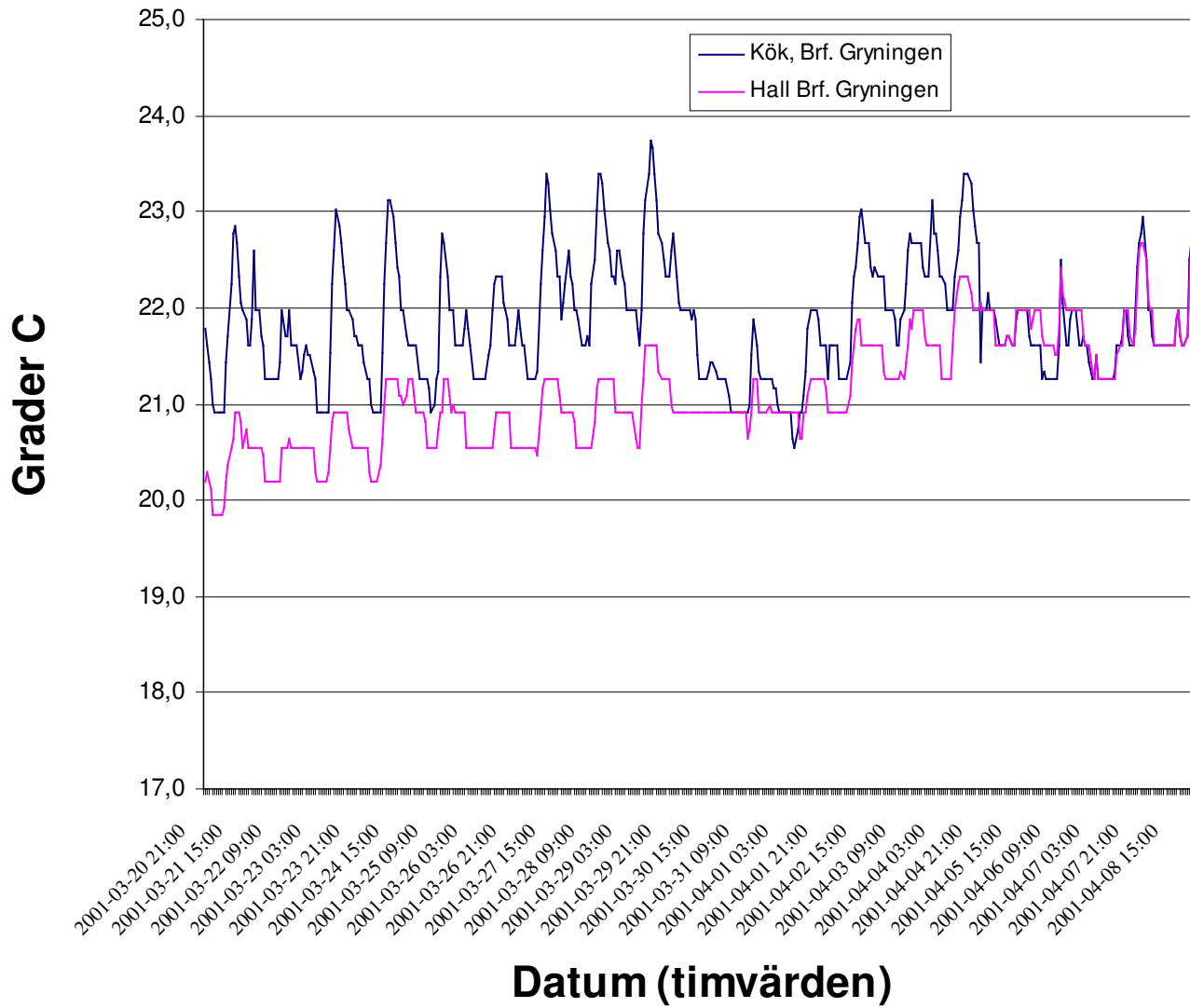
Inom detta krävs ett långsiktigt kunskapsuppbygge kanske placerat i högskolemiljö.

6. Referenser.

1. Lars Jensen. Utvärdering av Hälsingborgshems system för komfortmätning. Lunds tekniska högskola, Avdelningen för installationsteknik, Lund

Bilaga 1.

Loggad temperatur



4.5. Värmeåtervinning ur frånluft

1. Hur stor inverkan har parametern? Ca 25 kWh/m²⁶.

Värmeåtervinning sker med värmeväxling till tilluft eller med värmepump (FX-system).

Värmeåtervinning ur frånluften med värmepump beskrivs under avsnitt 4.2.

Förluster i form av extra värmning av tilluftens temperatur efter växlare för att höja tilluftstemperaturen har beskrivits i avsnitt 3.1.

2. Kravspecifikation

Se Bilaga 1. Följande kommentarer och diskussion utgör underlag för kravspecifikationen i bilaga 1.

3. Kommentarer

Värmeåtervinning med FTX-system är idag mindre vanligt förekommande i nyproduktion av flerbostadshus, men programmet ska möjliggöra enkel kalkylering av detta alternativ, men också inmatning så att aggregat med bra prestanda kan beaktas.

Hanteringen av s.k. småhusaggregat bör stämmas av med SP så att inte värme från fläktdriften bokförs på växlarens temperaturverkningsgrad.

Erfarenhetsvärden i ref 2, indikerar maximalt möjlig värmeproduktion med frånluftsvärmepumpar i flerbostadshus till ca 10 W/m² och en drifttid på 6000 timmar. Detta förutsatt rätt dimensionering och väl fungerande anläggning för värme och varmvatten. Skall förluster från ackumulatorer och driftstörningar inkluderas bör en reduktionsfaktor i samma storlek som för FTX-system beaktas.

Att tilluftsflödet normalt är 90% av frånluftsflödet (defaultvärdena) motiveras av att detta är praxis. Man vill ha ett visst undertryck för att säkra att inte fuktig luft ska tränga ut och kondensera i fasaden.

4. Behov av kompletterande mätinsatser

Ja, beräkning av typiska kanalförluster på den varma sidan för vindsplacerade aggregat och på den kalla sidan för kanaldragningar innanför klimatskärmen. Vidare skulle en bredare mätuppföljning av FTX-system installerade på 90-talet behövas. Ett av MEBY-objekten har värmeåtervinning och en uppmät systemverkningsgrad på 40%.

6. Referenser

1. NKB Nyhetsbrev. National input data for calculations according to prEN 832
2. Befintliga frånluftsvärmepumpar i flerbostadshus, LIP Stockholm.

4.6. Värme ur spillvatten

1. Hur stor inverkan har parametern?

Ca 2-3 kWh/m²⁷.

Åtgärden ger begränsad effekt men är lönsam för fastigheter med mer än 25 lgh om samlade spillvattenledningar i anslutning till undercentral.

2. Kravspecifikation

Se Bilaga 1. Följande kommentarer och diskussion utgör underlag för kravspecifikationen i bilaga 1.

⁶ Enorm beräkning, referensbyggnad med 50% värmeåtervinning.

⁷ 0 – 10% av nettobehovet.

3. Kommentarer

Spillvärme ur avloppsvatten har i en studie finansierad av LIP Stockholm (ref 1) uppmätts i två fastigheter i Mellansverige. Mätdata från ett flerbostadshus med 26 lägenheter gav en besparing på 240 kWh/lgh och besparingen i en fastighet med studentbostäder blev 330 kWh/bostad. Vi utgår från resultaten från flerbostadshuset och antager att åtgärder för att minska varmvattenanvändningen också leder till mindre återvunnen värme, dvs att återvunnen värme är proportionell till användningsnivå.

Det inte ekonomiskt rimligt att i efterhand mäta och kontrollera hur mycket energi som återvinnes annat än i speciella uppföljningsprojekt.

4.. Referenser

1. Värmeåtervinning ur spillvatten – flerbostadshus. ATON Teknik Konsult AB. 1999.

5.1. Tappvarmvattenbehov

1. Hur stor inverkan har parametern?

Betydelse/påverkan: ca 600 kWh/lgh⁸.

2. Kravspecifikation

Se Bilaga 1. Följande kommentarer och diskussion utgör underlag för kravspecifikationen i bilaga 1.

3. Kommentarer

Formeln för varmvattenenergi har hämtats från referens 2 men sedan korrigerats upp för att gälla en fastighet utan fördelningsmätning och med armaturer utan sparfunktioner, dvs en uppkorrigerad om totalt 50%.

Spillvärme från varmvattenanvändningen uppskattas balanseras med den kyleffekt som ingående kallvatten till fastigheten ger efter det hänsyn tagits till vattenanvändningen för toalettspolning. Denna uppskattning baseras på kunskaper om typiska temperaturer på utgående spillvatten och ingående kallvattentemperaturer (se avsnitt 5.3).

Endast Gustavsberg/Vårgårda tillämpar sparfunktion som standard (halvflöde helflöde) och kallar detta ”Eco-funktion”.

MORA har armaturer med kallt neutralläge och kallar detta för ”ESS-funktion”. I en studie (Arlanda) med direkt mätning av ett handfat halverade varmvattenanvändningen (minskade från 66% till 33% i vattenmixen för handfaten). Ej representativa data för bostäder (vår kommentar).

Någon hänsyn tas inte till eventuella skillnader i packningsläckage för olika armaturval, även om vi vet att äldre tvågreppsarmaturer tenderar ha högre vattenläckage än de moderna armaturerna. Detta med motiveringen att läckaget också i hög utsträckning påverkas av driftorganisationen och underhållsintervall.

Sparfaktorer kommer att utarbetas med mätdata från ett planerat mätuppföljningsprojekt för teknikupphandlade armaturer som grund (LIP Stockholm/STEM).

Verkligen avläst varmvattenvolym används för energibalansberäkning i kontroll-/verifieringsskedet. Detta förutsätter att fastigheten förses med en vattenflödesmätare för det vatten som ska bli varmvatten. Merkostnaden för denna installation är nödvändig om man avser att kunna verifiera att avvikande energianvändningstal inte beror på avvikande varmvattenanvändning. Att som alternativ använda ett generellt värde för den andel av köpt kallvatten som sedan blir varmvatten skulle ge ett fel

⁸ Uppskattad besparingspotential: 20%.

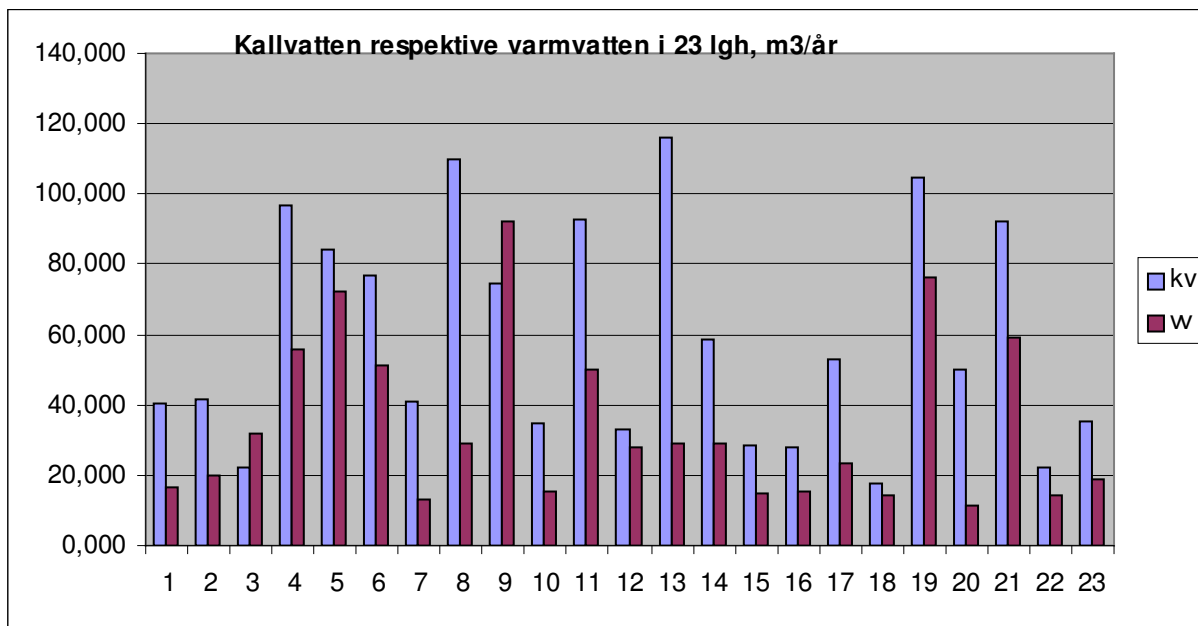
på ca 300 kWh/lgh. Hur denna varmvattenandel varierar för de studerade MEBY-fastigheterna framgår av tabell 3.

Fastighet	KV	VV	VV/(KV+VV)
Tegelprämen	52	7?	0,12
Fågelsången	31	21	0,41
Hugebostäder	24	21	0,47
Fambo324	135?	95?	0,41
Fambo321	78?	85?	0,52
Räven	23	13	0,36
Svavlet	56	25	0,31
Kv Nejonögat	36	25?	
Medel	37	21	0,41

Tabell 3. Mätdata vattenanvändning (m3/år,pers)

Mätdata för Fågelsången, Hüge och Räven avser användning i lägenheten, ytterligare ca 5% kan tillkomma från gemensamma funktioner. Orimliga mätdata (mätarfel eller odefinierat antal lägenheter som mätdata tillämpats på) har angivits i kursiv stil och används inte för medelvärdesbildningen. Mätdata för Svavlet omfattar endast 14 dagar, som räknats upp till helår. Som jämförelse kan nämnas att i Svenska Bostäders bestånd användes för varm- och kallvatten användes 85 m3/person,år och i deras nyproduktion ca 72 m3/person (ska jämföras med 58 m3 i fastigheterna i tabellen).

Att förhållandet mellan kallvatten och varmvatten varierar kraftigt även på lägenhetsnivå framgår av figur 1 .



Figur 1. Mätdata, kallvatten och varmvatten uppmätt i Kv Räven.

Även mätdata enligt figur 1 styrker behovet av att verkligen mäta fastighetens totala varmvattenvolym om kontrollkalkyler ska kunna göras.

I tabell 4 har varmvattenanvändningen beräknats enligt beräkningsmodellen (formeln i kravspecifikationen) och sedan jämförts med verkliga mätdata. Alla dessa fastigheter utom Svavlet har fördelningsmättningsutrustning installerade. Om vi utgår från att kv Svavlet har en normal varmvattenanvändningsnivå (svarar mot ca 2.600 kWh/lgh,år exkl cirkulationsförluster och i nivå med ref 1) och personsammansättning, skulle fördelningsmätningen i de tre andra fastigheterna ge en varmvattenbeparing på mellan 14 och 46% och ett viktat medelvärde (utifrån antal personer) på 22%.

	pers lgh		Modell			Mätdata		Besparing procent
			m ³	m ³ /pers	m ³ /lgh	m ³ /pers	m ³ /lgh	
Fågelsången	44	21	1100	25	52	21,4	45	14%
Hugebostäder	145	73	3669	25	50	21,2	42	16%
Kv Råven	58	23	1384	24	60	13	33	46%
Svavlet	120	64	3093	26	48	25	48	0%

Tabell 4. Jämförelse av varmvattenanvändning med och utan fördelningsmätning. Beräknade modellvärden jämföres med verkliga mätdata..

Resultatet från denna jämförelse får tolkas med försiktighet, då antal lägenheter som ingår är begränsat, samt att det är något oklart hur väl kostnadsfördelningen verkligen implementerats i Fågelsången. Intressant att notera är dock att besparingsnivån inte är lägre i fastigheter med bostadsrätt (Fågelsången och Råven) jämfört med hyresrätt (Hugebostäder).

Konstantvärdena för A och B i beräkningsformeln ska kunna revideras efter det att mer erfarenhetsdata finns tillgängliga.

Behov av kompletterande mätinsatser

Förutom mätningar på armaturnivå för att få fram sparfaktorer för olika utföranden, finns också behov av att få fram referensvärden för varmvattenanvändning i flerbostadshus.

Temperaturförhållandena för ingående kallvatten har baserats på ett drygt 10-tal sporadiska kallvattenmätningar genomförda av Stockholm Vatten. Mer ingående temperaturanalyser kan behövas för olika orter liksom dess variation under året.

Referenser

1. Å Wahlström. Vatten- och energibesparing vid utbyte av tappvattenarmatur. SP Rapport
2. Energieverbrauch in schwedischen Wohngebeuden, KTH 2000.

5.2 Förluster varmvattencirkulation

1. Hur stor inverkan har parametern?

Betydelse/påverkan: ca 350 kWh/lgh⁹.

2. Kravspecifikation

Se Bilaga 1. Följande kommentarer och diskussion utgör underlag för kravspecifikationen i bilaga 1.

3. Kommentarer

Vid samisolering av VVC-ledning och distributionsledning för varmvatten minskar den exponerade ledningslängden. Här uppskattas besparingseffekten till ca 30% men kommer sannolikt variera med fastighet, installationsutförande och vilka alternativa dragningar som finns. I projekteringskedet finns möjligheten att genomföra en ingenjörsmässig beräkning.

Inmatning av isolertjocklek har ingen beräkningsmässig betydelse. Motiveras enbart av behovet av att dokumentera förutsättningarna, så de kan följas upp.

⁹ VVC-förluster i flerbostadshus enligt ref 1. En del av denna värme tillgodogörs som spillvärme.

Uppdimensionering av rörisolering från 30 till 40 mm ger drygt 15% besparing.

4. Uppföljning/Verifiering

Nej, projekteringsdata används till beräkningen och data i bygghandlingarna kontrolleras av besiktningsman.

5. Behov av kompletterande mätinsatser

I samband med uppföljning av MEBY-objekten har vi försökt mäta värmeförlusterna i form av temperaturfallet mellan fram- och returledning. Enligt BBR ska isoleringen vara så bra att detta temperaturfall högst får vara 2 grader. I praktiken var det inte möjligt att mäta dessa temperaturskillnader momentant eftersom utgående temperaturnivå varierar och returtemperaturen måste mätas först när samma vatten kommit tillbaka. Mer ingående mätningar med korttidsupplöst loggning hade i så fall krävts. Vidare skulle även tryckmätningar krävas för att bestämma flödet och uttag för detta finns inte.

I ett av systemet låg VVC-temperaturen på 40 grader, men gick upp till 55 grader när varmvatten tappades av i någon lägenhet. Om detta är vanligt har inte kontrollerats, men för sådana system kan en lägre temperatur matas in och därför hanteras av modellen.

6. Behov av kompletterande forskningsinsatser

Inga

Referenser

1. Aronsson, Stefan. Fjärrvärmekunders värme- och effektbehov, Inst. för installationsteknik, CTH 1996.
2. AMA
3. ISOVER, programvara för beräkning av värmeförluster vid isolering, www.gullfiber.se.

5.3. Kallvatten

1. Hur stor inverkan har parametern?

Betydelse/påverkan: ca 200 kWh/lgh¹⁰.

2. Kravspecifikation

Se Bilaga 1. Följande kommentarer och diskussion utgör underlag för kravspecifikationen i bilaga 1.

3. Kommentarer

Kallvatten som används i byggnaden kyler, eftersom den tas in vid temperaturer lägre än innetemperaturen. En uppföljning av vattenanvändningens fördelning i två lägenheter med 6 liters spolningar i WC (ref 1) visar att ca hälften av kallvattenanvändningen används vid tappställen där blandning med varmvatten är det normala (bad/dusch, diskho, tvättställ) och hälften till wc-spolningar.

Boverket anger i sin handbok för energibalansberäkning indata på tillskottsvärme från tappvarmvatten på 20%. Med de uppföljningar som gjorts på spillvattentemperaturer från flerbostadhus, går det emellertid att visa att kall- och varmvattenanvändningen snarare ger upphov till en nettoförlust, dvs kyler mer än den värmer. Antag följande förutsättningar:

- KV-temperatur: 8 grader (årsmedel)
- VV-temperatur: 55 grader
- Spillvattentemperatur: 28 grader

¹⁰ Beräknat på kylningseffekten av toalettstolen vid värmning av kallvatten från 8 till 18 grader för en lägenhet med 6 liters spolning och 13 spolningar per dag under 8 månader.

- Andel VV/KV: 33% (tidigare tillämpade typvärden)

Med dessa förutsättningar blir nettoförlusten så stor som 29%. För att ett tillskott på 20% ska uppstå krävs att spillvattnet blivit avkyllt ända ner till 20 grader. I nyproduktionen ökar dock varmvattenandelen och om vi istället i vårt exempel antar en varmvattenandel på 40% så erhålles en nettokylning på 6% (dvs i relation till tillförd varmvattenenergi ger vattenanvändningen en förlust på 6%). Skulle en säkerställd beräkning genomföras så krävs indata och efterföljande uppföljning av såväl ingående kallvatten som utgående spillvattentemperatur. Det senare är mycket svårt att mäta i praktiken och därmed kostsamt.

Därför föreslås en förenklad energianalys och att spillvärmerna från varmvattnet anses gå förlorad i avloppet så länge vi inte återvinner denna värme eller på något sätt förvärmer kallvattnet. I så fall kan man särkalkylera denna energi. Åtgärder för att minska varmvattenförbrukningen via effektivare armaturer kommer alltså inte bara minska varmvattenåtgången utan också kallvattenåtgången, eftersom mindre vatten kommer blandas. Det minskar tillförd energi, men inte spillvärmeförhållandet.

Kallvatten till toaletten däremot ger en renodlad kylning som inte kompenseras av spillvärme från varmvatten. En halvering av spolningsvolymen från 6 liter/spolning till 3 liter/spolning skulle därmed minska värmeförlusterna med ca 100 kWh/år. En minskning från 8 l (spolning till 3 l/spolning med 170 kWh/lgh vilket kan vara en typiskt situation vid ROT-investeringar.

Antal spolningar per dag/person baseras på studier i två lägenheter. (finns fler källor?).

Någon metodik för verifikationer har inte utarbetats.

4. Behov av kompletterande mätinsatser

Den största påverkan är utifrån kallvattenvolymen (l/spolning) och energiposten är för liten för att motivera mer ingående studier.

5. Behov av kompletterande forskningsinsatser

Det finns ett visst behov av bättre data på normala årliga vattenvolymer och temperaturökning genom toalettstolen. Kunskap om detta kan dock tillföras efter hand.

6. Referenser

1. Å Wahlström. Vatten- och energibesparing vid utbyte av tappvattenarmatur. SP Rapport

5.4. Handdukstorkar anslutna till varmvattencirkulation

1. Hur stor inverkan har parametern?

Betydelse/påverkan: ca 700 kWh/lgh¹¹.

2. Kravspecifikation

Se Bilaga 1. Följande kommentarer och diskussion utgör underlag för kravspecifikationen i bilaga 1.

3. Kommentarer

Normalt är handdukstorkar anslutna till varmvattencirkulationskretsen (VVC) alltid på. Dessa kan oftast stängas av manuellt, vilket motiverar ett något lägre årstidsvärde än 8765 timmar. I äldre fastigheter är kalkavlagringar som sätter fast vreden inte ovanligt. Att installera timerstyrda ventiler är oprövat och kan ge såväl driftproblem (kalkavlagringar) som bakteriella problem (bakterietillväxt i det stillastående vattnet), vilket också kan uppstå med manuellt avstängbara ventiler. VVC-anslutna

¹¹ VVC-förluster i flerbostadshus enligt ref 1. En del av denna värme tillgodogörs som spillvärme.

handdukstorkar kan över huvud taget inte rekommenderas och något ställningstagande till dessa utgör inte modellen. Den anvisar bara energimässiga alternativ om man nu avser att installera sådan.

Funktionella alternativ är elanslutna handdukstorkar (med timer) eller handdukstorkar anslutna till värmekretsen. Det senare alternativet innebär att dessa enbart torkar handdukarna under uppvärmningssäsongen. Modellmässigt är dessa att betrakta som radiatorer som styrs av värmebehovet och resulterar i en viss inomhustemperatur.

4. Behov av kompletterande mätinsatser

I samband med uppföljning av MEBY-objekten har konstaterats att dessa normalt är på.

5. Behov av kompletterande forskningsinsatser

Inte energimässiga, men möjliga de bakteriella riskerna (Legionella) med handdukstorkar anslutna till VVCkretsen.

6. Referenser

1. Uppskattad årsenergi baserat på 7000 drifttimmar och leverantörsdata.

6.1. Kyl och frys

1. Hur stor inverkan har parametern?

Betydelse/påverkan: ca 10 kWh/m². (ref 1)

Kommentar: Elåtgången varierar beroende på utrustningsstandard, tillverkningsår och energiklass.

2. Kravspecifikation

Se Bilaga 1. Följande kommentarer och diskussion utgör underlag för kravspecifikationen i bilaga 1.

Kommentarer

Föreslagen inmatningsrutin baseras på antagandet att man i programskedet vet (ungefär) antal lägenheter och dess storleksfördelning, i annat fall ska även en standardfördelning av lägenheterna också kunna väljas (ej föreslaget).

Andel spillvärme som kan tillgodogöras skulle möjligen kunna vara lägre. Enligt ELIB-rapport nr 7 Bostadsbeståndets inneklimat var innetemperaturen i köket ca 0,4 grader högre än i vardagsrummet och 0,1 grader högre än i hallen. Om den boende själv inte medvetet styrt temperaturen i lägenheten så att den ska vara högre i köket så innebär detta att en del av spillvärmerna bara ger en högre temperatur och om detta ska betraktas som nyttigt kan då ifrågasättas.

Värdetabellens data bör dateras upp mot verkliga mätdata helst vart 3:e år av programleverantören. Alternativt antar vi att effektivitetsutvecklingen fortsätter på samma nivå som historiskt.

Med tanke på att nästan alla nya skåp idag håller klass A eller B kan man fråga sig motivet för att längre arbeta med fler klasser eller ens ta upp kyl och frys som valbara komponenter. Vid kontakter med leverantörsledet har dock betonats vikten av att man även fortsättningsvis ger incitament till att välja energieffektiva lösningar. Inom EU kommer nuvarande klassgränser att ses över. Då kanske ett A-skåp klassas ner till C-skåp.

Behov av kompletterande mätinsatser

Inga

Behov av kompletterande forskningsinsatser

Inga

Referenser

1. Framtida elanvändning, del 1. NUTEK avd. effektivare energianvändning. STEM.
2. Personligt samtal med Thomas Dahlman, Elektrolux.

6.2. Tvätt och tork

1. Hur stor inverkan har parametern?

Ca 4 kWh/m².

Tvätt i tvättstugan beskrivs i avsnitt 7.4. Där beräknas andel av hushållets tvätt som tvättas i tvättstugan. Resterande tvätt tvättas i hushållet och varierar alltså med tvättstugans placering eller huruvida en tvättstuga finns eller inte i fastigheten. Det innebär att hushållselanvändningen också påverkas, vilket detta avsnitt avser att hantera för att ge samstämmighet.

2. Kravspecifikation

Se Bilaga 1. Följande kommentarer och diskussion utgör underlag för kravspecifikationen i bilaga 1.

3. Kommentarer

Data för specifik elanvändning (kWh/kg tvätt) baseras på uppskattningar av specifik elanvändning för tvätt i hushållens genomsnittliga apparater år 2000 och med hänsyn till normala tvättemperaturer, fyllnadsgrad mm och där torkning sker i torktumlare. Vidare har antagits 20% apparattäckning i fastigheter med tvättstuga och 100% apparattäckning i fastigheter utan tvättstuga. Underlaget för dessa antaganden och föreslagna åtgångstal har hämtats från rapporten "Framtida elanvändning" (ref 1).

4. Behov av kompletterande mätinsatser

Uppföljningar av hushållens apparatinnehav har inte skett på ca 10 år och maskinstockens effektivitet har inte heller följts upp i offentliga utredningar på länge.

5. Behov av kompletterande forskningsinsatser

Se pkt. 4 ovan.

6. Referenser

1. Framtida elanvändning, del 1. NUTEK avd. effektivare energianvändning. STEM.
2. Bostadsbeståndets tekniska egenskaper, ELIB-rapport nr 6, SIB TN:29.

6.3. Lägenhetsfläktar

1. Hur stor inverkan har parametern?

Betydelse/påverkan: ca 3 kWh/m². (ref 1), men kan för system med värmeåtervinning vara större. Kommentar: Detta avsnitt avser de fall där fläktar för bostadens ventilation är kopplade till respektive lägenhets hushållsel, t.ex kryddhyllfläktar, frånluftsvärmepumpar eller lägenhetsvisa takfläktar. Matas de från fastighetens gemensamma elmatning utgör de fastighetsel.

2. Kravspecifikation

Se Bilaga 1. Följande kommentarer och diskussion utgör underlag för kravspecifikationen i bilaga 1.

3. Kommentarer

Valet av system sker i avsnitt 3.1 där klassval sker i programskede för luftflöde och eleffektivitet i avsnitt 7.1. Det är nödvändigt att bokföra denna el på hushållselen, eftersom fel annars uppstår när verklig hushållsel läses av och används för uppföljning (se även avsnitt 8).

4. Behov av kompletterande mätinsatser

Nej.

5. Behov av kompletterande forskningsinsatser

Nej.

6. Referenser

1. Elåtgång för små lägenhetsfläktar. Arbetsmaterial. AIB 900529.

6.4. Hushållsel till elvärme

1. Hur stor inverkan har parametern?

Ca 5 – 20 kWh/m².

Elvärme ansluten till hushållets elmatning kan avse t.ex. handdukstorkar eller/och badrumsgolv och ibland även bostadens golv över portal (kallt golv). Dessa poster i elanvändningen kan variera från 500 kWh/år, lgh (handdukstork) till ca 2000 kWh/år för komfortgolvvärme. Denna elanvändning skall betraktas som elvärme och bokföras som värme.

2. Kravspecifikation

Se Bilaga 1. Följande kommentarer och diskussion utgör underlag för kravspecifikationen i bilaga 1.

3. Kommentarer

I alla MEBY-objekten har handdukstorkar varit installerade, antingen anslutna till varmvattencirkulationskretsen eller varit elvärmda och med manuella brytare. Kommentarer från de boende som haft elvärmda handdukstorkar är att de inte tänkt på att de själva står för kostnaderna genom att låta dem vara på. De har alla varit på, men vi har bara några stickprovsuppföljningar som underlag. Tillsvidare antager vi därför att dessa handdukstorkar är på ca 7000 timmar under året jämnt fördelat.

Med en timerstyrning som begränsar drifttiden till 2 timmar blir den totala drifttiden på året endast 700 timmar om timern aktiveras en gång per dag varje dag. Vi har inga studier på verkliga drifttider att tillgå, men ett sådant system kommer installeras i Hammarby Sjöstad (Kv Holmen) och kan på sikt följas upp.

Spillvärme från handdukstorken kommer delvis till nytta i badrummet under uppvärmningssäsongen. Normalt tas merparten av lägenhetens frånluft ut via badrummet, vilket innebär att eventuella övertemperaturer där går förlorade. Speciellt stora blir dessa förluster om handdukstorken är placerad rakt under frånluftsdonet. Nyttig spillvärme har därför uppskattats till 75% under uppvärmningsperioden.

I två av Meby-projekten förekommer elvärmda badrumsgolv, varav ett som standardinstallation. I denna fastighet ligger hushållselanvändningen ca 2.300 kWh/lgh högre än förväntat och om allt detta utgjorde golvvärme, skulle bidraget utgöra 380 kWh/m² badrumsgolv. Det går inte att beräkna elanvändningen utifrån installerad effekt (som kan ligga inom intervallet 35 – 90 Watt/m²) och drifttid eftersom dessa normalt regleras utifrån erhållen temperatur i golvet. Den genomsnittliga effekten blir därför lägre och beroende av vald golvtemperatur. Med en enkel analys av värmeledning från ett 6 m² stort badrum mot omgivande rum och grannlägenheter (betonggolv) skulle värmeförlusten vid 2 grader högre temperatur än omgivningen uppgå till ca 1300 kWh/år, lgh och den extra ventilationsförlusten till ca 200 kWh/år, men temperaturen i badrummet kan ju vara ännu högre och värme som tillförs golvet leds också ut via golvplattan till angränsande rum/lägenheter.

Om temperaturregleringen kompletteras med tidur t.ex. inställd på tillslag varje dag för att ge värme en timma på morgonen och fyra på kvällen så blir drifttiden 1.800 timmar/år. Vi uppskattar att denna drifttid ger en energianvändning på ca 100 kWh/m² golv som är elvärt

Hur mycket av denna elenergi som ger nyttig spillvärme blir mycket en fråga med vad vi definierar som nyttigt. Om vi anser att högre temperatur i just badrummet är en nyttighet och i så fall hur många fler grader är nyttiga. Tills vidare ansätts spillvärmeandelen till 85% under tid då värmetillskott behövs.

Kontroll/uppföljning av verkliga driftsdata kommer normalt aldrig att bli genomförbara annat än i ett begränsat antal utvecklings/uppföljningsprojekt. Man kan å andra sidan fråga sig om det är möjligt att överhuvudtaget genomföra en verifikationsuppföljning av byggnadens egenskaper om elgolvvärme installeras och som sedan inte kan mätas separat och följas upp. Även en elvärd handdukstork utan styrning ligger på gränsen till vad en verifikationsmetod kan klara.

4. Behov av kompletterande mätinsatser

Ja, se uppföljning av verkliga drifttider för handdukstorkar ovan. Osäkerheten i föreslagna åtgångstal för golvvärmeoavsett om dessa har tidsstyrning eller inte (den typiska installationen idag) är ganska stor med tanke på de betydande energimängder som detta omfattar. Här rekommenderas starkt att kompletterande mätningar genomförs inom eller utanför ramen på MEBY-projektet. Enklast/billigast mäts drifttiden för installationen (handdukstorken, golvvärmen) om inte effekten varierar för mycket,

men mätarna bör installeras redan som en del av installationsentreprenaden för de objekt man vill följa upp som separat uppföljnings/utvärderingsprojekt.

5. Behov av kompletterande forskningsinsatser

Mätningar av verklig elförbrukning är relativt okomplicerad (men kräver kostsamma mätningar), svårare är att mäta eller kvantifiera är andelen av denna energi som är nyttig och hur denna nytthet ska definieras. Kanske simuleringsberäkningar kan vara en bra komplementär metod. Spillvärmens kommer inte bara huset till nytta (i viss utsträckning) den ger också upphov till en ”skada” i form av oönskade övertemperaturer under sommarperioden. Värmen stannar inte i badrummet utan drabbar såväl vardagsrum som sovrum och ger sitt bidrag till diskomfort under den varmare årstiden. Brukaren kan mycket väl vara omedveten om denna termiska koppling eller i annat fall drabbas av grannens golvvärme. Badrumsgolvvärme eller mer generellt komfortvärmare som ”nyttighet” skulle säkert må bra av en mer djuplodande forskningsstudie.

En annan viktig aspekt är hur beteendet kan påverkas dels av vilken styrutrustning som finns med (tidur, timer, manuellt etc) och vilken information de boende får. Normalt är man inte informerad eller medveten om den kostnad som elvärmaren genererar. Hur mycket påverkas sedan denna medvetna kundens användning av betalningsförmågan?

6.5. Övrig hushållsel

1. Hur stor inverkan har parametern?

Ca 18 kWh/m².

Hushållselanvändning i nyproducerade flerbostadshus uppskattas till ca 23 kWh/m² som medelvärde av fem studerade MEBY fastigheter. Spillvärmens från hushållsel påverkar också energibalansen.

2. Kravspecifikation

Se Bilaga 1. Följande kommentarer och diskussion utgör underlag för kravspecifikationen i bilaga 1.

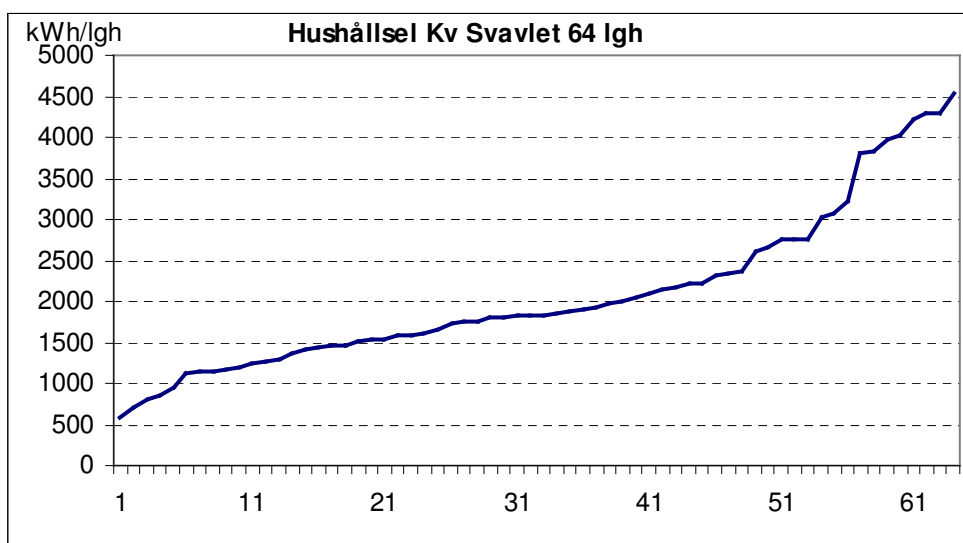
3. Kommentarer

Sambandet mellan hushållselanvändning och persontätthet baseras på ett mätunderlag hämtat från referens 3 och har därefter korrigerats för att el till vitvaror, fasta belysningsarmaturer och tvätt räknas separat. Beräkningsformeln innan denna korrigering har testats på ett antal uppföljningsobjekt som ingått i MEBY-studien, se tabell 1. Verkligen uppmätt elanvändning har därmed kunnat jämföras med modellsimulerade värden. Två av objekten ger då en påtaglig avvikelse, kv Fågelsången där elanvändningen för hushållen ligger på dubbla nivån och radhusen i Svedala där elanvändningen bara kräver 70% av modellvärdet. Nu omfattar eluppgifterna för Svedalahuset bara 8 lägenheter medan personantalsuppgiften omfattar hela områdets 64 lägenheter. Det innebär att uppgiften är osäker och antalet personer i dessa 8 lägenheter kan vara färre och förklara avvikelsen. För kv Fågelsången förklaras avvikelsen av att samtliga lägenheter har elvärmda badrumsgolv, vilket helt kan förklara avvikelsen. I kommentarer i samband med besiktningsrapporterna framkom också att alla inte var klara över att denna värme bekostades av den enskilde (dvs ingår i hushållsel). Genomsnittet för kvoten verklig elanvändning jfr med modellberäkning gav 1,0 när Kv Fågelsången uteslöts. Även kv Råven har elvärmda golv, men som tillval. Av de 23 hushållen har mätdata för sju av dessa överstigit 4.500 kWh/månad, vilket tagits som indikator på att dessa har elvärme i badrumsgolv och därför uteslutits ur sammanställningen. I tabell 1 har genomsnittsvärdet för de återstående 16 lägenheterna använts i sammanställningen efter avdrag för lägenhetsfläktar. Gränsvärdet 4.500 kWh är i detta sammanhang något godtyckligt, men kan enligt fördelningen för hushållsel för 64 lägenheter i kv Svavlet, se figur 1, ändå uppfattas som en naturlig övre gräns för normal hushållselanvändning.

	Svavlet	Tegelpr 89	Huge	Fågels	Kv Råven	Svedala
Uppmätt, kWh/år,lgh	2083	2308	2083	4459	2284	1520
Antal lgh	64	89	73	28	23	8
Yta, m2BRA/lgh	98	110	75	114	100	65
Pers/lgh	1,9	2,2	2	2,1	2,521739	2
KWh/m2	21	21	28	39	23	23
KWh/person	1096	1049	1042	2123	906	760
Modell, kWh/år,lgh	2082	2199	2121	2160	2326	2121
Uppmätt/modell	1,00	1,05	0,98	2,06	0,98	0,72

Tabell 1. Sammanställning av uppmätt och modellsimulerad hushållsel, sex fastigheter

Exempel på en fördelning av hushållsel inom en fastighet, kv Svavlet, redovisas i figur 1. För kv Tegelprämen har medelvärden baserats på samtliga hushåll utom de två lägenheter som använder minst, respektive mest hushållsel.



Figur 1. Fördelning hushållsel, Kv Svavlet

För två fastigheter har vi underlag för att också beräkna avdrag för el till vitvaror och tvätt baserat på beräkningsmodeller för dessa respektive områden (dessa modeller redovisas i respektive avsnitt 6-1 och 6-2). Uppmätt hushållsel efter dessa avdrag ("Övrig HEL uppmätt" i tabell 2) har sedan använts för att justera och därmed utforma beräkningsformeln för hushållsel (formel 1 i kravspecifikationen). När sedan det modellberäknade värdet kompletteras med modellvärden för vitvaror, tvätt och belysning för dessa två fastigheter erhålles ett resultat som ger mycket god överensstämmelse med de verkligt uppmätta värdena, se jämförelsen i tabell 2.

	Svavlet	Tegelpr 89
Vitvaror	391	543
tvätt	75	87
Övrig HEL uppmätt	1617	1678
Övrig HEL modell	1610	1700
Modell inkl allt	2076	2330
Uppmätt/modell	1,00	0,99

Tabell 2. Jämförelse av uppmätt och modellsimulerad hushållsel för två fastigheter.

Totalt sett representerar dessa två fastigheter 153 lägenheter.

Disk i hushållet kan påverka såväl hushållsel som varmvattenanvändning. Dagens effektivaste diskmaskiner anses kunna spara energi jämfört med disk med delvis rinnande vatten. Diskbeteendet

(handdisk) i flerbostadshus är dock så vitt vi vet inte närmre studerat. Om diskmaskinen anslutes till kallvattenledningen minskar varmvattenanvändningen jämfört med handdisk, men ökar hushållselanvändningen. Ungefär en tredjedel av diskmaskinerna i flerbostadshus antages vara kallvattenanlutna och resten varmvattenanslutna (ref 2). I fjärrvärmda flerbostadshus uppskattas nya effektiva diskmaskiner dra ca 100 kWh el och 100 kWh varmvatten (ref 1). Antal diskar i diskmaskin per vecka och person var i vår studie mycket låg i hyresfastigheterna, (0,24 – 0,8 diskar/v, person) men något högre i bostadsrätterna (1,6 diskar/v, person i kv Råven). Som genomsnitt diskades det ca 1 disk/vecka och person i de tre nyproducerade fastigheter där denna fråga ingick i enkäten (men något oftare i de lägenheter där man hade diskmaskiner), eller motsvarande 30 kWh el och 30 kWh värme per år och person. Slutsatserna av detta är att vi har en ganska låg kunskap om hur diskmaskiner i flerbostadshus påverkar el- och varmvattenanvändningen, andelen lägenheter med diskmaskiner är låg eller mycket varierande mellan olika fastigheter och de ger i genomsnitt en ganska försumbar energianvändning. Diskmaskinen ingår inte i byggherrens åtagande och påverkas inte av energiprogrammets utformning. Mot denna bakgrund föreslås diskmaskiner inte vara en aktiv komponent i beräkningsprogrammet.

Fast belysning i lägenheten. Möjligheten för byggherrarna att välja eleffektiv belysning i fasta belysningspunkter har funnits med i Stockholm Stads Nybyggnadsprogram och bedöms också haft en viss betydelse för att effektiva armaturer har valts. Det pågår en spontan utveckling mot allt fler energieffektiva lampor i hushållen. I MEBY-enkäten, som tillämpades på 5 fastigheter, frågade vi efter antal sådana lampor bortsett från belysningen i spiskåpa och arbetsbänk i kök. I genomsnitt fanns 2,7 sådana lampor per lägenhet installerade och viktad besparingseffekt från dessa har beräknats till 76 kWh/lgh med en spridning mellan 33 och 110 kWh/lgh. På sikt kommer alltså besparingseffekten från energieffektiva lampor oavsett dessa ingår i programmet eller inte. Mot bakgrund av de uttalade önskemålen om att hålla nere antalet parametrar och att den kvarvarande effektiviseringspotentialen för den fasta belysningen i bostaden är relativt begränsad har föreslagits att dessa inte ska ingå i beräkningsprogrammet.

4. Behov av kompletterande mätinsatser

Finns underlag för fler fastigheter kan värdena i beräkningsformeln (formel 1) komma att justeras.

5. Behov av kompletterande forskningsinsatser

Hushållsel har i Boverkets anvisningar för beräkning av byggnaders värmeenergibehov baserats på fastighetens antal lägenheter i kombination med bostadens yta. Formel 1 i kravspecifikationen baseras på antal lägenheter och antal personer per lägenhet och baseras på ett antagande att detta samband ger bättre överensstämmelse än lägenhetsyta. Nu kan ingen direkt jämförelse genomföras då Boverkets ”hushållsel” även inkluderar fastighetens övriga elanvändning. Däremot kan det finnas anledning att framledes fördjupa analyserna kring hushållselens användning, om persontäthet är viktigare än lägenhetsyta eller om en kombination av dessa parametrar ger det bästa sambandet. Man kan också tänka sig att persontäthet och lägenhetsyta följs åt. Det gör det kanske delvis, men för de fastigheter i tabell 1 där vi har säkra lägenhetsytor varierar ytan från 38 till 54 m² per person. Även andra samband kan behöva studeras.

Referenser

1. Framtida elanvändning, del 1. NUTEK avd. effektivare energianvändning. STEM.
2. ESH-programmet, Nyproduktion. Stockholms Stad.
3. Energieverbrauch in schwedischen Wohngebeuden, KTH 2000.

7.1. Fastighetsel – fläktar och pumpar

1. Hur stor inverkan har parametern?

El till fläktar i befintliga flerbostadshus (byggda före 1990) varierar mellan 4 och 16 kWh/m² som medelvärde per systemtyp och mellan 1 och 8 i nyproduktion för motsvarande system. (källa:ref 1).

Fläktdrift till småhus, lokaler och industrier omfattas inte av denna beskrivning. Fläktar för ventilerings av bostaden och som är ansluten till hushållsel beskrivs i avsnitt 6-4. Om däremot elmatningen till dessa fläktar kommer från fastighetsservisen ingår de i detta avsnitt.

El till pumpar är väsentligt mindre: ca 1 kWh/m² och pumpenergin kommer dessutom i viss utsträckning värmesystemet eller varmvattensystemet tillgodo. Pumpenergin är dock enkelt att hantera programmässigt och har en betydande variation mellan hög och låg elanvändning.

2. Kravspecifikation

Se Bilaga 1. Följande kommentarer och diskussion utgör underlag för kravspecifikationen i bilaga 1.

3. Kommentarer

Åtgångstalen för fläktdrift avser eleffekt per frånluftsflöde (kW/m³,s). För till- och frånluftssystem adderas systemets alla fläkttmotorer och delas med frånluftsflödet. Klass C utgör angivna nyckeltal (typiska åtgångstal) angivna i Boverkets handbok (ref3). Ventilationssystemens effektivitet har ökat påtagligt under 90-talet och väsentligt lägre värden är idag möjliga. FT-system förekommer inte längre i nyproducerade flerbostadshus, men kan förekomma i befintliga byggnader (typiskt ett klass D-alternativ om inga mätningar genomföres).

Åtgångstalen, speciellt för pumpsystem, kan skilja sig mycket år beroende på systemens utförande vilket innebär att omtanke och kunskap kan få stor betydelse för resultatet.

Klassindelning av ventilationen kan inte göras för elanvändningen separat utan hänsyn till systemets övriga funktioner (värmeåtervinning).

Pumpning av varmvattencirkulationen går alltid med konstant varvtal och konstant tryck, är väsentligt mindre och utgör endast ca 1% av fastighetselansvändningen och får därför ingå i övrig fastighetsel.

Endast el till fläktdriften är av sådan betydelse att den motiverar uppföljning. Uppmättes lämpligen av leverantören i samband med installationen eller senare vid funktionsprovning. För system med varierande luftflöden sker mätningen vid normalt luftflöde.

I ref 4 finns bra underlag för nyckeltal framtagna för fläktar och pumpar i kontorsfastigheter.

4. Behov av kompletterande mätinsatser

Elanvändning för fläktdrift i äldre bebyggelse finns väl dokumenterat från tidigare studier (ref.2). Elanvändningen för fläktdrift och pumpdrift i nyproduktion genomförd under 90-talet följs upp i fältstudierna.

5. Referenser

4. Framtida elanvändning, del 1. NUTEK avd. effekt
5. Effektiv ventilation spar el. BFR T11:1994
6. Eleffektivitet i byggnader, Handbok Boverket 1995.
7. Beräkningsmodell för elenergianvändning vid fastighetsdrift i kontorsfastigheter. KTH avd för Inst.teknik Exarbete nr 77.
8. Remissvar och personliga samtal med pumpleverantörer (WILO, Grundfoss).

7.2. Fastighetsel – belysning

1. Hur stor inverkan har parametern?

El till fastighetens belysning står för 400 kWh/lgh i nyproduktion med stor variation, (ref.1). Skillnaderna mellan effektiva och icke effektiva anläggningar är ca 3-5 kWh/m² (elektricitet) för en modern anläggning som uppfyller kraven god belysning enligt Energimyndighetens programkrav (ref 2). Som medelvärde för fyra MEBY-objekt där drifttider och effekter till belysning studerats för de viktigare driftpunkterna har fastighetsbelysningen beräknats till 360 kWh/lgh. För ett objekt utgör belysning i fastigheten till 600 kWh/lgh, men då ingår också belysning i garage för ca 150 kWh/lgh.

Belysning för hissar tas upp i avsnittet el till hissdrift (7-3).

2. Kravspecifikation

Se Bilaga 1. Följande kommentarer och diskussion utgör underlag för kravspecifikationen i bilaga 1.

3. Finns relevanta indata till beräkningsrutiner?

I tabellerna ovan har erfarenhetsvärden använts som saknar dokumenterade källhänvisningar. I några av de studera MEBY-objekten har data för ytor, drifttider och installerad effekt hämtats in, se tabell .

	Tyresö		Svavlet		Tegelpr.		Fågels		Medel	Medel
	W/m ²	Drifttid	W/m ²	Drifttid	W/m ²	Drifttid	W/m ²	Drifttid	W/m ²	Drifttid
Trapphus	12	6756	6	4003	5,1	6570	2,3	4630	5,9	5292
Entré	10	8760	7	8760	7,3	8760	4,3	4630	7,2	7728
Tvättstuga	15	585	24	473	12	526			17,1	528

Tabell 3. Ytspecifik effekt och drifttid för fyra MEBY-objekt.

Trapphus och övriga utrymmen dominerar, såvida inte objektet också inrymmer ett garageplan, se tabell 4. Samtliga fyra objekt representerar Klass C, dvs har inte energieffektiva armaturer med HF-don eller energieffektiva reglerlösningar.

För trapphusen som dominerar helt energimässigt var långa drifttider fallet oavsett om trapphusen är ljusa eller mörka. För dessa har någon form av tidsstyrning kombinerats med trappautomat och ledbelysning för varje trappplan. Men ledbelysningen har ofta utgjorts av ett av två lika stora armaturer, eller t.o.m. den största armaturen. Exempel fanns också på att valda driftdon i kombination med ljuskälla inte tålde täta tänd- och släckningar varför de istället får vara tända hela dygnet utom nattid. Effekten låg på förväntad nivå, men ingen av dem klarade programkravens krav på ljusnivå, minst 100 lux i horisontalplan utan låg på halva denna nivå. Av enkätsvaren att döma är ändå nivån 50 lux fullt tillräcklig. Ingen i Svavlet ansåg att den fasta belysningen i trapphus var för svag, men 5% ansåg den var för stark. I kv Fågelsången ansåg en person att belysningen var något för svag. Medelvärdet för belysning i trapphall och entré i dessa fyra objekt kan därför bedömas som representativ för Klass C.

I ref 3 har såväl teoretiska beräkningar som uppföljning i två lokalfastigheter genomförts. Man rekommenderar 200 lux för trapphus och 95 lux för garage. Dessa ljusvärden skall det vara möjligt att klara med 1,5 Watt/m² i garage. De två mätuppföljningarna visade 1,3 respektive 4,6 Watt/m². Medelvärdet i olika uppföljningar gav nivån 3 Watt/m² (vilket får antagas vara baserat på konventionella drivdon) och därför får utgöra grund för klass C. För trapphus var den teoretiska effekten 3,6 W/m² och som medelvärde i uppföljningsprojekt 7 Watt/m², vilket helt överensstämmer med förslaget till Klass C-värde (normala drivdon).



Trappbelysning Kv Tegelprämen



Kv Fågelsången

Drifttiderna i tvättstugorna mättes också med ljuslogger och var kortare än förväntat, drygt 500 h/år, men kan också förklaras av att dessa var ljusa (bottenvåning) och loggningen utfördes under perioden mars – april. Som modellvärden för Klass C föreslås därför den dubbla drifttiden.

	Tyresö		Svavlet		Tegelpr.		Fågels		Medel
	m2	m2/lgh	m2	m2/lgh	m2	m2/lgh	m2	m2/lgh	
Trapph	144	3,69	288	4,5	778	6,8	92	9,2	6,1
Entré	5	0,13	24	0,4	284	2,5	15	1,5	1,1
Tvättst	25	0,64	36	0,6	135	1,2	25	0,9	0,8
Övr. utr	274	7,03	452	7,1	926	8,1	136	13,6	9,0
Garage					1179				

Tabell 4. Ytor olika kategorier i fyra MEBY-objekt.

För att testa ovan redovisade modellvärden på ett typiskt flerbostadshus, har medelvärdet för respektive kategoriyta per lägenhet enligt tabell 4 använts för att beräkna elåtgång med olika klassalternativ och givit ett resultat enligt tabell 5. Dessa ytor motsvarar en total bostadsanknuten biyta på ca 20% av byggnadens totala yta.

kWh/lgh	Klass A	Klass B	Klass C
Trapp	39	160	225
Entré	22	43	61
Tvättstuga	5	10	12
Övr. exkl g.	9	9	9
Garage	0	0	0
Ute	23	23	28
	99	245	334

Tabell 5. Total elenergi för belysning, samt för respektive rumskategori med använda modellvärden. Typfastighet.

Observera att i samtliga alternativ antages att samma höga belysningsstandard gäller. Utebelysningen har i detta exempel ”belysts” med ett antagande om 1 armatur per sju lägenheter. Som jämförelse till värdet för klass C var genomsnittet för belysningseffekt i de fyra objekten (tabell 4) 318 kWh/lgh exkl garage och hiss belysning, men varierade från 158 till 445 kWh/lgh beroende på skillnader i såväl drifttider som belysningseffekter vilka samvarierat.

Antagandena om spillvärme är uppskattningar eftersom mätunderlag inte finns. Uppskattningarna baseras på ett antagande att temperaturen i dessa rum ofta är högre än börvärdet även under uppvärmningssäsongen. Man kan acceptera eller t.o.m. önska att temperaturen håller en eller två grader lägre än i bostaden, medan våra uppföljningar av temperaturerna i trapphallarna indikerade nära nog samma temperaturer som i bostaden som resultat av värmeströmningen från bostäderna. En ansats med antagande om lägre nyttig spillvärmedelen skulle kunna övervägas. Det tydliga undantaget är entreérna där kallluft läcker in via ytterdörren och värme oftast behöver tillföras. Den låga spillvärmeandelen för belysning i tvättstugor motiveras av att belysningen är tänd när samtidigt apparaterna är igång och de timmarna har tvättstugan inget värmebehov. Det höga antagandet för garageplan i byggnaden trots att önskad temperatur där ofta ligger på en lägre nivå än i bostadsdelen, förutsätter att garageplanets energibalans beräknas som en separat temperaturzon, så att programmet kan beräkna vilka dagar spillvärme från belysningen verkligen kan nyttiggöras (värmebehov föreligger). I annat fall borde värdet för spillvärme snarare halveras.

För ROT-projekten eller befintliga fastigheter kommer modellen vara användbar i eftersituationen. I föresituationen kan inget av klass-alternativen användas som representativa för det äldre beståndet. För styrning av belysning i dessa fastigheter finns fler alternativ, varav en del inte ger samma standard, t.ex. att man måste kliva ut i mörka korridorer och trycka på strömbrytare för att få ljus. Dessa s.k. trappautomater är dominerande i äldre fastigheter, ger mycket korta brinntider och trots kombination med glödlampor ändå litet energiåtgång. Men så är också belysningsnivån lägre jämfört med nystandard.

Vill man göra en energibalans innan ombyggnad måste man då manuellt mata in besiktade värden för ytor, eleffekter och uppskattade eller uppmätta drifttider.

4. Behov av kompletterande mätinsatser

I de uppföljda objekten har bara klass C lösningar ingått. Det vore av stort värde att initiera några projekt där klass A och B – lösningar testas och följs upp (lämplig uppgift för STEM?).

5. Behov av kompletterande forskningsinsatser

Nej.

6. Verifiering

Vid uppföljning av genomförda installationer av belysningssystemen uppskattas installerad effekt för respektive rumskategori utifrån antal armaturer, ljuskälleeffekt och drivdonstyp, eller enklast att uppgiften på eleffekt till belysningsarmaturer beräknas och redovisas av entreprenören. Drifttider väljes enligt de beskrivningar som ges i klass A – C eller utifrån egna/entreprenörens mätningar/uppskattningar.

7. Referenser

1. Framtida elanvändning, del 1. NUTEK avd. effekt
2. Belysning i flerbostadshus. Energimyndigheten (www.stem.se)
3. Beräkningsmodell för elenergianvändning vid fastighetsdrift i kontorsfastigheter. KTH avd för Inst.teknik Exarbete nr 77.

7.3. Hissar

1. Hur stor inverkan har parametern?

El till fastighetens hissar står för 100 - 250 kWh/lgh i nyproduktion¹².

Hissar i flerbostadshus kommer i normala fall ha relativt korta drifttider och elåtgången per lägenhet för hissdriften är begränsad. Men det finns två huvudtyper att välja mellan och minst lika viktigt är att belysningen inne i hissen bara är på när hissen är i funktion (behovsstyrd).

¹² Baserat på data från KONE 100.000 starter/år och 15 lgh.

2. Kravspecifikation

Se Bilaga 1. Följande kommentarer och diskussion utgör underlag för kravspecifikationen i bilaga 1.

3. Finns relevanta indata till beräkningsrutiner?

Indata baseras på uppgifter för hissdrifthämtade från KONE och baserat på 16 starter/lgh,dag, 15 lgh/hiss och uppskattade stillestånds förluster.

Uppgifter för belysningsel baseras på uppskattade belysningseffekter för de besiktigade MEBY-objekten. Styrning av hissars belysning är på väg in på marknaden.

Uppgifter för det befintliga beståndets hissar saknas, men får tills vidare antagas vara lika med klass C,D.

El för hiss i klass A blir ca 54 kWh/lgh och för klass C 240 kWh/lgh om 15 lgh/hiss.

Hissarna är placerade i trapphallen. Temperaturen i trapphallen är normalt lika med omgivande lägenheters temperaturer. Trapphallen evakueras normalt via hisschakt. Det innebär att spillvärme från hiss endast delvis kommer bidra med nyttig värme (värme som behövs) innan den evakuerats. I brist på bättre underlag antages att hälften av värmen kan vara nyttig då värmebehov föreligger.

4. Behov av kompletterande mätinsatser

Nej.

5. Behov av kompletterande forskningsinsatser

Nej.

6. Verifiering

Vid byggbesiktningen antages att installerade funktioner överensstämmer med projekteringsdata. Åtgångstalen väljes enligt beskrivningen som ges i klass A – C .

7. Referenser

1. Personliga samtal med Sven Haglund, m.fl. KONE.

7.4. Fastighetstvättstuga

1. Hur stor inverkan har parametern?

El till fastighetens tvättstuga står för ca 2-300 kWh/lgh i nyproduktion (källa:ref 1) och mellan 200 – 500 kWh/lgh för äldre fastigheter beroende på när upprustning av tvättstuga senast genomfördes. Normalt ventileras överskottsvärmen från tvättstugan bort och ger marginellt bidrag till värme. Elanvändningens nivå påverkas av andel tvätt som sker i tvättstugan, maskinparkens effektivitet och val av torkteknik.

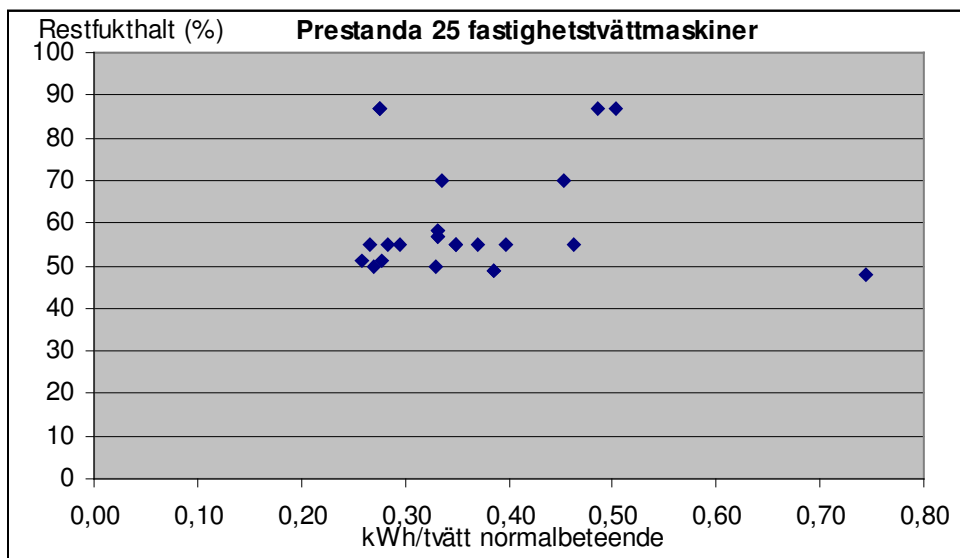
2. Kravspecifikation

Se Bilaga 1. Följande kommentarer och diskussion utgör underlag för kravspecifikationen i bilaga 1. Tvättvolym per person har uppskattas utifrån olika rapporter, men främst baserats på konsumentverkets egna uppskattningar (ref 8). Variationen beroende på personens ålder är ca +/- 15-20% men bedöms inte tillräckligt stor för att beaktas.

3. Metodanalys

För tvättmaskiner redovisas elanvändningen för tvätt i Konsumentverkets marknadsöversikt baserat på en europeisk mätstandard. Omräkningen till trolig elanvändning för ett typiskt tvättbeteende (fyllnadsgrad och tvättemperatur) kommer ge vissa fel. Större apparater med automatik för att kompensera för låg fyllnadsgrad kommer missgynnas något jämfört med små apparater, men uppskattas vara av acceptabel storlek. Detta omräkningstal kan senare ses över.

Indelningen i klasser med dess gränsdragning och antal har valts utifrån en genomgång av de apparaters prestanda som redovisats i Konsumentverkets senaste apparatöversikt, se även figur 1 vad avser tvättmaskiner.



Figur 1. Prestanda för tvättmaskiner för fastigheter med omräknad elåtgång per tvätt till normalt tvättbeteende.

Att ansätta restfukthalten till 70% för tvättmaskiner Klass C kan synas gynnsamt, men då har också beaktats att tvättmaskiner med låga centrifugeringstal normalt kompletteras med separat centrifug. För dem som använder centrifugen sjunker restfukthalten ner till låga värden. Allt för många hoppar av tidsskäl över centrifugeringsmomentet. Föreslaget värde för restfukthalten i klass C bedöms därför vara rimligt.

Elanvändningen för tvätt och tork i tvättstugan med ovan redovisade värden blir per lägenhet för en fastighet med tvättstuga i byggnaden följande:

Tvätt	tvätt (kWh)	klass A (kWh)	Summa (kWh)	klass B (kWh)	Summa (kWh)	klass C (kWh)	Summa (kWh)
Klass A	24	80	104	110	134	250	274
Klass B	32	96	128	132	164	300	332
Klass C	140	112	152	154	194	350	390

Tabell 4.

Klass A för torkning kommer sannolikt inte vara vanligt, eftersom värmepumpslösningen kräver ett större ansvar för de boende att rengöra filter. När vi jämför den för nyproduktion normala tork-klassen B finner vi att tvättmaskinens klassindelning får något större betydelse för torkenergin än för tvättenergin. Det innebär att det är våra ansatser för restfukthalt som är den viktigaste parametern för resultatet.

En genomförd upprustning 1994 i sex tvättstugor som följdes upp av Konsumentverket (ref 4) visade på en minskning från 5,4 till 2,3 kWh/tvätt efter apparatutbytet. Om vi antar att detta representeras av klass C för utrustningen före utbytet och klass A för tvättmaskinerna och klass B för torkutrustningen (värmepumpslösningar för torkningen ingick inte) skulle vi med våra värden ur tabell 4 ovan erhålla en elåtgång på 5,8 kWh/tvätt före (klass C) och 2,2 kWh/tvätt efter, vilket alltså ger en bra överensstämmelse med resultatet från dessa sex fastigheter.

Vattenfall genomförde 1990 en upprustning av tvättstugor för 300 lgh och bytte till då moderna tvättmaskiner med högvarvig centrifugering (klass B) och torkutrustning med tids- och temperaturstyrning (klass B). och minskade därmed elåtgången för tvätt i tvättstuga från 636 kWh/lgh till 367 kWh/lgh. Av detta överensstämmer resultaten för klass B bra, men möjligen har vi underskattat åtgången för klass C, men den bör också ha minskat sedan 1990.

För nyproduktion kan vi förvänta oss att variationen i apparatval främst ligger på tvättmaskintyp och att inverkan på energibalansen normalt kommer att ligga inom intervallet +/-100 kWh/lgh,år. För ROT-byggnader kommer variationen i elanvändning före ombyggnad vara större.

Vi har i vårt förslag antagit att tvättvolym per person inte påverkas av ålderskategori. En studie av tvättbeteende i två skilda byggnader (ref 7) gav 26% fler tvättar i byggnaden med flest barnfamiljer och få pensionärshushåll (se tabell 5).

(procent)	Kv Tisaren	Kv Blidö
Barnfamilj	54	29
Pensionärshushåll	17	46
övriga	29	25

Tabell 5. Skillnad i åldersstruktur för studerat objekt. Källa: ref 7.

Kan vi då ändå bortse från variationerna i tvättvolym/person mellan olika åldersgrupper? Jo, för det är ändå inget vi kan påverka i före-fallet. Vi vet inte vilka som flyttar in. I efterfallet verkar en direkt mätning av antal tvättar/år bättre eftersom vi ändå inte har något bra empiriskt underlag för att ange antal tvättar per person för olika åldrar.

4. Uppföljning/Verifiering

1. Korrigering sker i efterhand vad avser antal personer.

2. Korrigering i efterhand kan ske utifrån registrerat antal tvättar (drifttidsmätare finns på alla maskiner med elektroniska driftkort, dvs alla nya och ca hälften av alla äldre än 5 år. Drifttiden i timmar divideras med genomsnittlig drifttid per tvätt, ca 55 minuter.) eller enklast genom att fråga de boende om andel tvätt i tvättstuga. Frågmotodik för detta har tagits fram i MEBY-projektet. Kravspecifikationen för verifikationsberäkningar bygger på detta alternativ som en möjlig verifikationsmetod.

3. Alternativ till korrigering enligt 1 och 2 är en korrigering i efterhand vad avser tvättstugans elanvändning med hjälp av elmätare antingen endast för apparatdelen eller också för hela tvättstugans elanvändning, men då ska el till belysning dras ifrån vid verifieringen.

5. Behov av kompletterande mätinsatser

Underlag för bedömning av tvättkvot i tvättstugan har hämtats från ref.2 men gällde andelen hushåll. Tvättvolymen har korrigerats med tanke på att de som har egen tvättmaskin/tvättar i egen maskin tvättar mer än de som tvättar i tvättstugan. Det finns dock en rapport (ref 6) som talar i motsatt riktning, dvs att de som har egen tvättmaskin tvättar visserligen mycket mer, men tvättar även i tvättstugan (de större tvättarna). ”En liten andel av hushållen med egen maskin går ner till tvättstugan. Men hushållen med egen maskin kör trots det fler maskintvättar sammanlagt i tvättstugan under en månad än hushåll utan egen tvättmaskin.” I en annan rapport (ref 7) tvättades 24% av tvätten i tvättstugan, fast 41% hade egen maskin. I denna fastighet fanns en mycket väl dimensionerad

tvättstuga i den egna trapphallen. I en motsvarande fastighet med egna torkskåp i lägenheterna (frånluftsanslutna) och med 2000 kronors checkar för att köpa egen tvättmaskin vid inflyttningen hade 77% egen maskin och i denna fastighet tvättades 70% av tvätten i lägenheterna. Andelen tvätt i tvättstuga jfr egen maskin bör alltså studeras närmre i kommande enkätstudie.

Det finns en osäkerhet angående vilka torklösningar som i praktiken tillämpas för nyproducerade eller upprustade tvättstugor kan följas upp i samband med fältstudien ”10 fastigheter”.

Enkätstudien skulle kunna innehålla en fråga om tvättandel i tvättstuga respektive egen tvättutrustning.

6. Behov av kompletterande forskningsinsatser

Tvättvolym per person är en av Konsumentverket uppskattad uppdatering från en äldre mätning. Här skulle vi behöva veta mer om tvättvolym per person, tvättvolym/tvätt och dess variation med ålderskategori, upplåtelseform, om tvättvolymen respektive tvättvolym/tvätt skiljer sig mellan tvätt i egen maskin respektive i tvättstugan etc. Vidare vore en uppdatering på programval och tvättemperatur också välkommen. Dessa studier kommer knappast att attrahera svensk forskning, men är likväl kunskapsbehov som finns. Kanske något Konsumentverket, SCB eller STEM kunde ta ansvar för?

7. Referenser

1. Framtida elanvändning, del 1. NUTEK avd. effektivare energianvändning. STEM.
2. Undersökning om hushållens elapparater och tvätt, NUTEK 1991. STEM.
3. Konsumentverkets marknadsöversikt Fastighetsmaskiner, mars 1999.
4. ”El- och vattensnåla maskiner halverar tvättkostnaden”, NUTEK folder. STEM.
5. Nya tvättstugor halverade energiförbrukningen. Vattenfall Uppdrag2000, okt 1991.
6. Vad tycker de boende om den energieffektiva tvättstugan? USK feb 1996.
7. Vad tycker de boende om att bo i ett elsnålt hus? USK jun 1993.
8. Karin Bulow Konsumentverket

7.5. Motorvärmare

1. Hur stor inverkan har parametern?

El till motorvärmare i flerbostadshus uppskattas till mellan 240 –1400 kWh/uttag.

2. Kravspecifikation

Se Bilaga 1. Följande kommentarer och diskussion utgör underlag för kravspecifikationen i bilaga 1.

3. Behov av kompletterande mätinsatser

Enligt ELIB-studien (ref 3) har vart fjärde flerbostadshus motorvärmaruttag, men över hälften norr om Dalälven. Bara 30% av uttagen är styrda (med tid eller temperatur).

Defaultvärdet 240 kWh/år, baseras på ett antagande om 2 timmars drift per tillfälle, 100 dagar och 1,2 kW värmeeffekt och för ostyrt uttag 12 h/tillfälle. Detta är något osäkert och borde följas upp ytterligare. Man skulle kunna överväga en mer sofistikerad kalkyl där hänsyn tas till ortens gradtimmar, men skulle kräva mer av ”utvecklingsarbete”. Motorvärmarna ger heller ingen spillvärme till fastigheten. Skulle säkrare värden i samband med kontroll önskas kan ju el till elvärmarna mätas.

4. Uppföljning/Verifiering

Det kan diskuteras om inte drifttidsmätning av varje uttag generellt kan rekommenderas, eftersom det då skulle kunna utgöra underlag för debitering och motivera brukaren att begränsa användningen. I kravspecifikationen för verifiering (avsnitt 12) ingår inte uppföljning av motorvärmardrift.

5. Behov av kompletterande forskningsinsatser

Nej.

6. Referenser

9. ELIB rapport nr 6. SIB TN:29.

7.6. Inre elvärmare, fastighetsel

1. Hur stor inverkan har parametern?

El som inte avser byggnadens huvudsakliga uppvärmning kan avse uppvärmning av delutrymmen, biutrymmen, entrégolv, aerotemper i portar, etc, dvs en rad olika typer av tillämpningar där värmen inte regleras mot utetemperaturen utan snarare av tidur, golvtemperatur, fukt etc. Elvärme som del av uppvärmningssystemet tas upp i avsnittet värmeförsörjning. Elvärmare anslutna till hushållsel tas upp under avsnittet 6.5. Elvärmare i FTX-aggregat (för- eller eftervärmning) tas upp i avsnittet 4.5. *(alternativ som del av värmesystemet?)*

2. Kravspecifikation

Se Bilaga 1. Följande kommentarer och diskussion utgör underlag för kravspecifikationen i bilaga 1.

3. Behov av kompletterande mätinsatser

Nej. I de studerade objekten har inre elvärme förekommit som uppvärmningskälla i separata förrådsbyggnader, men inte i huvudbyggnaden.

4. Uppföljning/Verifiering

I kontrollskede kan installerad effekt, liksom drifttid för värmaren mätas upp och användas som indata.

5. Behov av kompletterande forskningsinsatser

Nej.

7.7. Fastighetsel – Yttre elvärmare

1. Hur stor inverkan har parametern?

Ca 0 – 4 kWh/m².

Elvärme utanför klimatskärmen kan avse stuprör, takrännor, gångstigar, mm. I ett av MEBY-objekten uppskattas yttre elvärmare stå för ca 300 kWh/lgh.

2. Kravspecifikation

Se Bilaga 1. Följande kommentarer och diskussion utgör underlag för kravspecifikationen i bilaga 1.

3. Kommentarer

Defaultvärdet föreslaget för bygglovsskedet baseras på tumregeln 35 Watt/meter, samt att regleringen sker med utetemperaturen inom intervallet +3 och – 5 grader vilket ger ca 2000 drifttimmar, vilket tillämpades i det studerade MEBY-objektet.

Det finns andra regleralternativ. Enbart en brytpunkt, alltså tillslag under en temperaturpunkt kan öka drifttiden till 3000 timmar i mellansverige och ännu mer i norra Sverige. Kombineras temperaturstyrningen med fuktkännare uppskattas drifttiden sjunka med ca 7% för markvärme, men med hela 80% för rör- och takrännevärme (ref 1). Drifttiden kommer variera kraftigt mellan olika år.

Det finns skäl att redan i tidigt skede uppmärksamma konsekvenserna av en takutformning som förutsätter elvärmad issmältning. En av förvaltarna i MEBY-projektet anser att elvärmare på taket är ett arkitektoniskt misslyckande. De ger sina arkitekter som programvillkor att taket ska utformas så att sådana installationer inte ska vara nödvändiga, men drar tomrör för efterkomplettering om det inte fungerade.

4. Behov av kompletterande mätinsatser

Ett av de studerade objekten hade yttre elvärmare installerade och då i en betydande omfattning.

5. Uppföljning/Verifiering

I kontrollskede kan installerad effekt, liksom drifttid för värmaren mätas upp och användas som indata.

6. Behov av kompletterande forskningsinsatser

Ja. Issmältningen baseras på en vädersituation då snö smälter på taket men fryser i rännan. Andra eller kompletterande principer för att styra denna avsmältning bör vara möjlig. Solceller som mäter solvärmens vid låga utetemperaturer och fuktavkännare i rännan, etc. Det förefaller som dessa installationer sker utan närmre eftertanke, ibland för "säkerhets skull".

7. Referenser

1. Beräkningsmodell för elenergianvändning vid fastighetsdrift i kontorsfastigheter. KTH avd för Inst.teknik Exarbete nr 77.

7.8. Övrig fastighetsel

1. Hur stor inverkan har parametern?

El till fastighetsdrift utgör ca 16 kWh/m². Kvar efter avdrag för övriga elposter blir en restpost på ca 3,4 kWh/m². Denna restpost drar el och spillvärme.

2. Kravspecifikation

Se Bilaga 1. Följande kommentarer och diskussion utgör underlag för kravspecifikationen i bilaga 1.

3. Finns relevanta indata

Indata baseras på uppgifter från såväl MEBY-objekten som från statistik från Svenska Bostäders nyproduktion, med en genomsnittlig elåtgång för fastighetsdrift på 16 kWh/m² och en spridning från 6,4 – 31,4 kWh/m². Det lägsta värdet avser en fastighet utan källarplan, fläktar i varje lägenhet och med undercentralen placerad under trappan. Det högsta värdet avser en fastighet med värmeåtervinningssystem.

Övrig el efter avdrag för samtliga modellvärden blir för dessa fastigheter ca 3,4 kWh/m².

I två kvarter har mer detaljerade beräkningar genomförts. I Kv Fågelsången blev restposten 3,8 kWh/m² och i Kv Svavlet 5,1 kWh/m².

4. Behov av kompletterande mätinsatser

Nej. Erfarenhetsvärden för hur stor denna restpost egentligen är kommer fram vart efter modellen tillämpas på driftskedet för olika fastigheter.

5. Behov av kompletterande forskningsinsatser

Nej.

12. Uppföljningsrutin

Denna beskrivning utgör modellbeskrivning som underlag för kravspecifikationen i avsnitt 12, bilaga 1.

12.1 Modellbeskrivning

Syftet med en modell för verifikation och ett beräkningsstöd för denna är att kunna verifiera prestanda som byggherren har ansvar för, så långt möjligt kunna avgränsa avvikelser från beteenderelaterade delar, tydliggöra förändringar som kan relateras till driftoperatörens påverkan och skapa uppföljningsbara mått. Först med ett adekvat verifikationsprogram kan krav på energiprestanda följas upp, eftersom annars avvikelser lika gärna kan skyllas på beteende som på försummelser i utförande. Byggreglernas energiavsnitt ska kunna vara meningsfull. Energieffektiva byggnader ska kunna värderas utifrån egna meriter. Först med ett verifikationsprogram finns motiv för att följa upp och bli bättre. Programmets verifikationsavsnitt bedöms därför få en central betydelse.

Nuvarande metod i Stockholms ESH-program bygger på uppföljning efter två driftår. Det finns starka skäl för en uppföljning snarast efter idrifttagningen, alltså redan under första vintersäsongen, vilket föreslagen metod möjliggör

Modellen baseras på att ett begränsat antal mätningar ska räcka för att kunna verifiera stora delar av byggnadens energibalans, tydliggöra vad av detta som är relaterat till klimatskal, ventilationssystem, reglersystem och elinstallationer och särskilja beteenderelaterade delar (vädrings, varmvatten, hushållsel). Det innebär att önskas en högre precision i uppföljningen bör en enkätuppföljning ingå för att ge indata om t.ex antal personer, hur man vädrar.

Mätningarna avser dels korttidsmätning (ca 15 dagar) under en uppvärmningssäsong och dels mätdata för ett kalenderår.

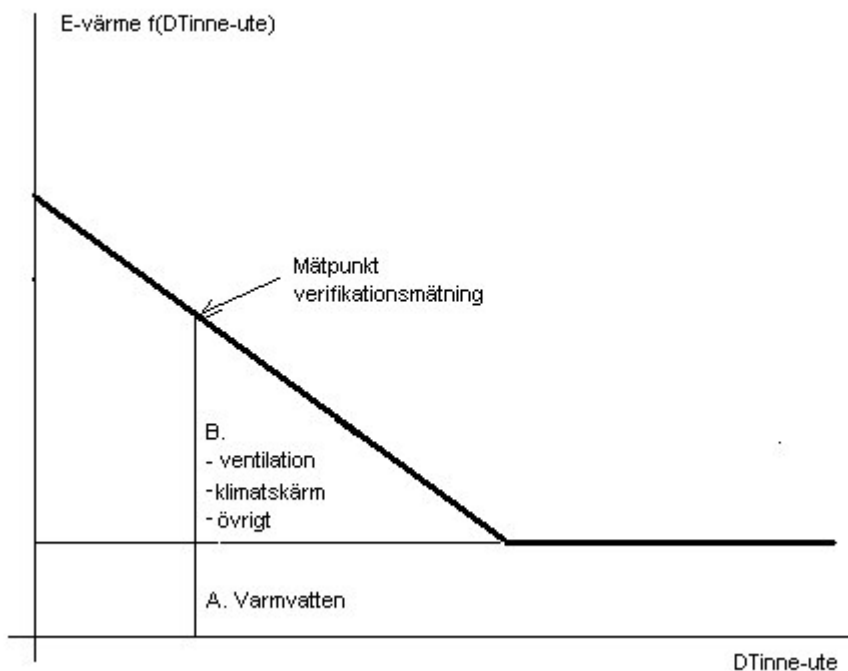
Korttidsmätningen ska ge underlag för att verifiera ventilationssystemets och klimatskärmens prestanda och genomföres under en period då utemperaturen har stor påverkan på energibalansen och då påverkan från solinstrålning och spillvärme från personer och apparater är liten. Det innebär att de fel i korrekationer för dessa ”värmekällor” som beräkningsmodellen genomför får mindre betydelse. Mätningen bör ske under en relativt stabil klimatperiod och gärna när det är så kallt som möjligt, men normalt innebär detta ändå att mätpunkten hamnar någonstans i mitten av ett temperaturdiagram, se figur 1. Mätningarna skall därför utföras mellan 1 november till 30 januari med uppehåll för julhelgen (20 dec till 10 jan). Instruktioner för hur mätningarna ska utföras och vilken noggrannhet eller osäkerheter som är förknippad med metoden och kostnader för verifiering kommer studeras under början av år 2002 och redovisas därför inte här. Detta genomföres inom ramen för ett mätprogram där metoden tillämpas. Mätprogrammet genomföres parallellt med en fördjupad boendeenkät angående innetemperaturer och vädring för två objekt.

Klimatskärmens förluster definieras här som transmissionsförluster och värmeläckage från otätheter. Ventilationens förluster inkluderar även värmeåtervinningen för FTX-systemen.

Uppmätta ventilationsflöden och temperaturer ger underlag för att programmet ska kunna beräkna ventilationens förlustfaktor. Utifrån den uppmätta energianvändningen ska beräkningsprogrammet ”baklänges” kunna beräkna klimatskärmens förlustfaktor. Därvid ska hänsyn tas till aktuella data för personbelastning, vädring, solvärme och spillvärme från eldrifter, mm enligt tidigare beskrivning av programparametrar. Även för vädring kan en förlustfaktor beräknas och är den baserad på enkätsvar så ger utdata om denna faktor en intressant information för att kunna värdera dess betydelse i förhållande till de byggnads- och installationsrelaterade förlustfaktorerna (klimatskal, ventilation). Vi kan däremot antaga att vädringsbeteendet inte är konstant under året. Möjligen att det finns ett grundläggande

vädringsbeteende kopplat till rökare och till dem som önskar fönstervädning i sovrummet på natten. För de som använder vädring mer eller mindre medvetet som en metod för temperaturreglering så kan ett förändrat vädringsbeteende förväntas om innetemperaturen ökar t.ex under vårperioden. Detta motiverar att vädringens energianvändning sorteras in under posten ”övrigt”. Det finns ytterligare poster som är utetemperaturberoende, nämligen distributionsförluster för värmesystemet och delar av produktionsförlusterna (delar som är proportionella mot energiproduktionen). Det finns dock inga motiv för att tydliggöra dessa som utdata i form av ”förlustfaktor” även om programmet måste beakta dem. Dessa poster följs heller inte upp i verifikationen och kan därför ingå i posten ”övrigt” i tabell 12.1 och i redovisningen av månadsvärden.

Den principiella grunden för att särskilja de utetemperaturberoende delarna i energianvändningen vid en korttidsmätning illustreras av figuren nedan.

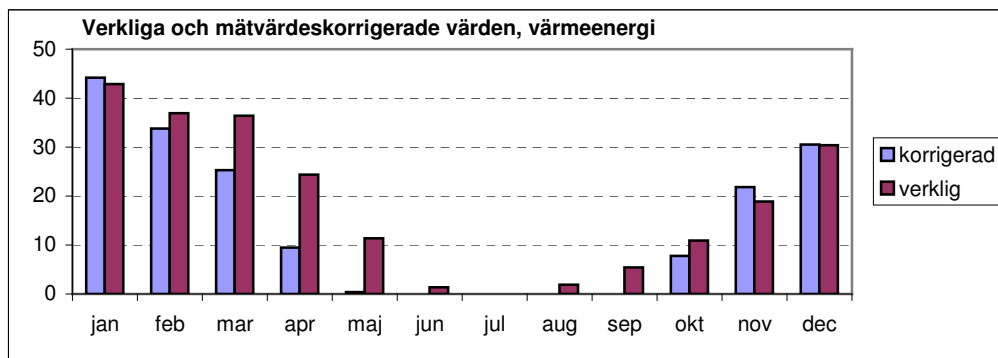


Figur 1. Verifikationsmätning som underlag för att bestämma avvikelser från projekterade data.

I gruppen B ligger också vädringsförluster och temperaturberoende distributionsförluster.

Med därmed framräknade förlustfaktorer kan en mätvärdeskorrigerad energianvändning beräknas. Den mätvärdeskorrigerade energianvändningen syftar till att tydliggöra att avvikelser t.ex. under perioden vår-höst inte kan förklaras av klimatskal eller ventilationsflöde (redan korrigerat för detta) utan främst på tillkommande systemförluster och reglersystemets oförmåga att hantera överskottsvärme, vilket i sin tur kan leda till ökad vädring, framför allt under vårperioden. Det är också under perioder som vår och höst som värmesystemets reglering är svårast. Brister i tilluftsdonens utformning (kall luft till vistelsezonen) och drag kan komma att kompenseras av att radiatorvärme tillförs även om inget uppvärmningsbehov finns. Värme kan gå ut i systemet kalla sommarnätter, övertemperaturer (utöver de temperaturantaganden som utgör indata) leder till vädring utöver normal vädring (utöver det värde som använts i beräkningen). Detta kan vi mer eller mindre relatera till systemets utformning och oförmåga.

Det troliga årsenergivärdet kommer sannolikt att vara högre även efter en normalårskorrigerad, se figur 2. För varje månad kan därmed driftansvarig jämföra verklig (graddagskorrigerade) energianvändning med den av programmet beräknade och få tidiga signaler på avvikelser.



Figur 2. Verkliga (graddagskorrigerade) värden kan jämföras med mätvärdeskorrigerade värden

I tabellen 12.1 där årsenergianvändningen ska kunna jämföras mellan projekterade värden (I) och den för klimatskal och ventilation mätvärdeskorrigerade energianvändningen (II) och verkliga avläsningsdata på årsbasis(III), kommer jämförelsen för ventilation och klimatskal mellan I och II vara relevant bara om samma innetemperaturer förutsatts. Därför kan det inte rekommenderas att man för II tillämpar nya temperaturvärden eller gör nya antaganden för detta..

12.2 Metodbeskrivning av indata för respektive skede

Beräkningsmodellen baseras i stor utsträckning på defaultvärden i programskede, som i möjligaste mån kan ersättas med projekteringsdata i projekteringsskedet. I driftskedet verifieras indata med en kombination av besiktning (kontroll av att installationerna är rätt utförda och har aktuella inställningsvärden), mätavläsningar och enkätresultat. Om en enkät genomföres så ersätter dessa defaultvärden på beteendeparametrar (tvättvolym, innetemperatur, vädning) och personvärden (antal personer) och minskar osäkerheten i uppföljningen.

Mätningarna kan begränsas till avläsningar av köpt värmeenergi (eller avläst egenproducerad värmeenergi), hushållsel, fastighetsel och varmvatten. Ventilationsflödet uppmättes momentant (t.ex. via fast mättutag vid fläkt). Finns större inslag av elvärmare för fastigheten bör även drifttiden på dessa mätas för att kunna korrigera andelen el som blir spillvärme.

Parameter	Programvärden	Proj.skede	Verifikation
Personvärme	default		enkät
Innetemperatur	default		enkät
Klimatdata	default		SMHI
U-värden	data	data	mätning
Luftläckage	default		mätning
Ventilation	default	data	mätning
Vädning	default		enkät
Tvätt	default		enkät
Prod.förluster	default		
Distr.förluster	default	data	
Systemförluster			beräkning
VÅ luft		data	mätning
Varmvatten	default		mätning
VVC-förluster	default	data	
HEL	default		mätning
FEL	default	data	mätning

12.5 Referenser.

1. Eriksson, S.O, 1998, Energiprognoser baserade på korttidsmätningar.
2. Arbetsrapport 1998:1 Avd. för byggnadsteknik, KTH, Stockholm 1998. (innehåller litteraturstudie).

13. Mätresultat fördelningsmätning Hüge

Följande beskrivningar och mätresultat har hämtats från ett examensarbete utfört åt KTH, byggn och inst. Arbetet syftade till att utgöra ett underlag i projekt ”Klassificering av energiförbrukning i flerbostadshus” (Euro-Class projektet). Av rapportens mätdata har sedan egna samband mellan åtgångstal och personbelastning utvecklats. Del av systembeskrivningen har hämtats från egna intervjuer.

1. Byggnadsbeskrivning

Mätstudien omfattar tre byggnader byggda 1997 med fördelningsmätningssystem av den typ som också installerats i Kv Fågelsången. Värmen i lägenheten styrs som en zon via rumsgivare.

Bortaknapp/sparknapp används av minst hälften av lägenheterna. Termostaterna och värmeregleringen är minbegränsad till 18 grader.

Antal lägenheter: 73 st totalt.

Klimatskal: (W/m²,K)

Vägg: 0,25

Tak: 0,10

Fönster: 1,5

Källarvägg: 0,15

Byggnadsyta: ca 70 m²/lgh (ngt osäker uppgift).

Lägenhetsyta netto: 84%(ngt osäker uppgift)

Våningsyta/plan: 256 m².

Lägenheterna är inte genomgående. Alla har ett hörn. Dvs relativt stor fasadyta/lgh. Yta till annan lägenhet är därför begränsad huvudsakligen till tak/golv. Injustering av ventilation på vind. Stora dimensioner på kanaler ger låga tryck. Utetemperaturstyrd ventilation inom intervallet +5 - -10 grader, huvudsakligen för att kompensera för termiska drivkrafter, inte sänka flödet. Inga tidsfunktioner.

Boendefördelning enligt tabell 1 och i genomsnitt bor 1,96 personer/lgh.

1 person 29

2 personer 29

3 personer 7

4 personer 7

5 personer 1

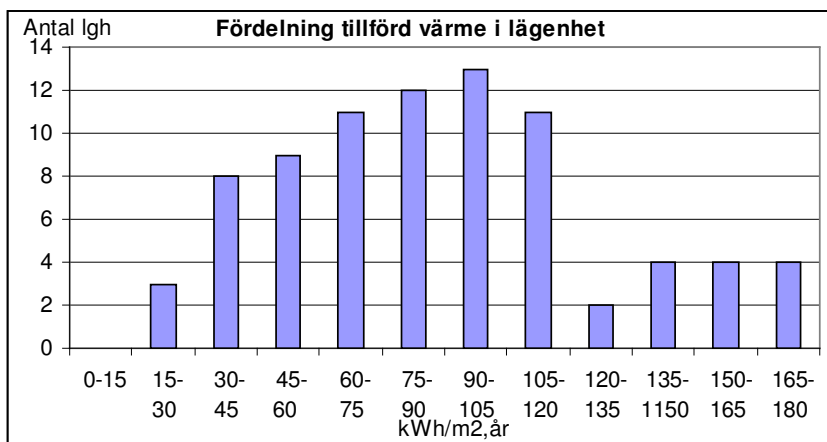
Summa: 73 lägenheter

Tabell 1, personfördelning

2. Mätdata

Luftomsättning, medelvärde: 0,7 oms/h.

Uppmätt värmeförbrukning, summa lägenhetsmätare: 88 kWh/m² år 1999, samt 97 kWh år 1998, som normalårskorrigerade värden. Energiåtgången för värme på helårsbasis varierar dock kraftigt mellan de olika lägenheterna. I figur 1. redovisas fördelningen vid en klassindelning. Enligt bostadsföretaget skulle värmefflöde via grannar enligt deras erfarenheter vara litet. Den kraftiga spridning i värmeanvändning är dock starka indikationer på stora värmefflöden mellan lägenheterna, antingen via transmission eller/och luftläckage.



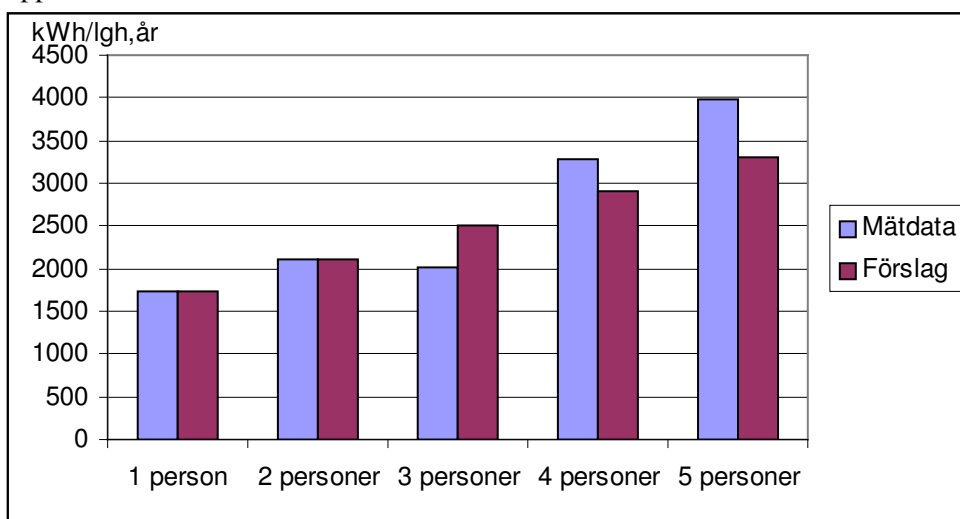
Figur 1. Fördelning värme till lägenhet.

Elanvändning till hushållsapparater varierar per lägenhet från 814 kWh/lgh till 5845 kWh/lgh,år med ett genomsnittsvärde på 2083 kWh/lgh,år. Elanvändningens beroende av hushållssammansättning framgår av tabell 2.

1 person	1729
2 personer	2121
3 personer	2015
4 personer	3286
5 personer	3975

Tabell 2, elanvändning uppdelat på personantal i lägenheten

Om vi vill beskriva förhållandet mellan elanvändning och personantal utifrån dessa mätdata bör underlaget för en- och tvåpersonshushållen väga tyngst med tanke på att dessa dominerar (se fördelningen tabell 1). Med ett samband enligt ekvationen $\text{Hushållsel} = 1337 + 392 \times \text{antal personer/lgh}$, erhålles ett resultat enligt figur 2 som visar relativt bra överensstämmelse med rapportens mätdata.

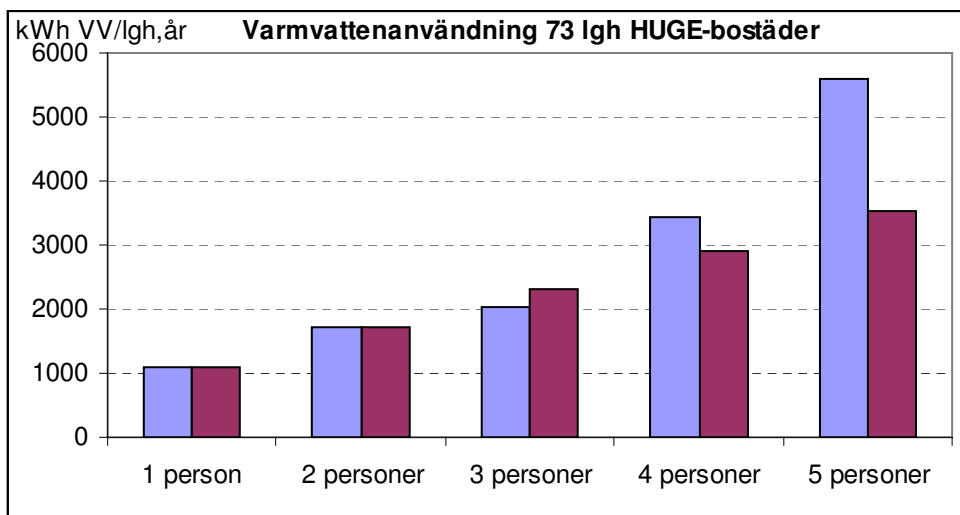


Figur 2. Hushållsel som funktion av personantal i lägenhet.

Nu domineras dessa byggnader av ganska små lägenheter, mindre än 60 m²/lgh och även ytan kan ha en viss betydelse utöver antalet personer. Vidare är detta hyresfastigheter, vilket kan ge andra resultat än lägenheter i bostadsrättsföreningar.

Även varmvattenanvändning och kallvattenanvändning har registrerats. Varmvatten utgör i dessa byggnader 47% av ingående kallvatten. Något samband mellan vattenanvändning och värmeanvändning, eller mellan vattenanvändning och elanvändning kunde inte finnas, men väl ett tydligt samband mellan kallvatten- och varmvattenanvändning, vilket ju också kunde förväntas.

Varmvattenanvändningen i de olika hushållen varierar mellan 223 kWh och 5587 kWh/lgh,år. Medelvärde var 1999 1716 kWh/lgh, vilket är påtagligt lägre än normalvärden för varmvatten. Med ett samband enligt ekvationen $\text{Varmvattenanvändning} = 497 + 604 \times \text{antal personer/lgh}$, erhålles ett resultat enligt figur 3 2 som visar relativt bra överensstämmelse med rapportens mätdata.



Figur 3. Varmvattenanvändning som funktion av antalet personer. Mörk stapel är modellvärden.

Sambandet har byggts på förändringen i vattenanvändning mellan de 29 en- respektive 29 2-personershushållen. 5-personer finns bara i en lägenhet.

Man kan fråga sig varför inte en varmvattenbehovet är direkt proportionellt mot antalet personer. Förklaringen kan dels ligga i att flerpersonershushållet kanske får en rationella vattenanvändning i samband med disk och matlagning, men också att olika familjestorlekar kanske speglar andra familjesammansättningar.

Med en genomsnittlig kallvattentemperatur på 7 grader (enligt rapporten) och 55 grader ut motsvarar varmvattenanvändningen: 41,5 m³/lgh,år och 21,2 m³/person,år.

Referenser

1. Zacher Anette, Energieverbrauch in schwedischen Wohngebeuden. KTH, byggn och inst. 2000.