

Vägen till energi- effektiva skolor



Sveriges
Kommuner
och Landsting



Vägen till energi- effektiva skolor

Upplysningar om innehållet:
Magnus Kristiansson, magnus.kristiansson@skl.se

© Sveriges Kommuner och Landsting, 2011
ISBN: 978-91-7164-649-1
Text: Agneta Persson, Margot Bratt och Saga Ekelin, WSP.
Foto: Casper Hedberg där inget annat anges.
Produktion: Kombinera
Tryck: Edita, Västerås 2011

Förord

Den offentliga sektorn ska vara en föregångare i arbetet att nå ett hållbart energisystem. Det finns generellt en stor potential för effektivare energianvändning i bebyggelsen. Trots att en mängd lönsamma åtgärder finns runt omkring oss lämnas merparten av dessa åtgärder ogjorda. En kategori av offentligt ägda byggnader som har stor synlighet för många olika typer av aktörer är skolor. Genom att effektivisera energianvändningen i skolor kan flera mål nås samtidigt. Bebyggelsens energianvändning och miljöpåverkan minskar. Det bidrar till att nå de samhälleliga energi- och klimatmålen. Samtidigt tar den offentliga sektorn sitt ansvar som föregångare och tjänar som inspiratör för andra aktörer och ger utrymme för utveckling av ny miljöteknik.

Denna skrift beskriver den lönsamma potentialen för energieffektivisering i skolor och förskolor. Rapporten beskriver också en rad energieffektiviseringsåtgärder som kan genomföras, och den presenterar goda exempel från skolor där energieffektivisering har genomförts. Vidare bidrar rapporten med checklistor för energieffektivisering som läsaren enkelt kan följa i egna projekt.

Syftet med skriften är att belysa möjliga effektiviseringsåtgärder och dess lönsamhet. Ambitionen är att inspirera till man tillgodogöra sig den stora effektiviseringspotential som finns, väcka nyfikenhet och ge exempel på goda lösningar.

Skriften har initierats och finansierats av Sveriges kommuner och landstings FoU-fond för fastighetsfrågor. Den är författad av Agneta Persson, Margot Bratt och Saga Ekelin som alla arbetar på WSP.

Till sin hjälp har författarna haft en styrgrupp som medverkat i arbetet, bistått med material och gett värdefulla synpunkter. Styrgruppen har bestått av Thomas Bäcklin, Skolfastigheter i Stockholm AB, Krister Johansson, Fastighet & Teknik Umeå kommun, Arne Hermansson, Kommunfastigheter Örebro.

Ulf Sandgren har på uppdrag av SKL varit projektledare.

Stockholm i februari 2011

Gunilla Glasare, Göran Roos
Avdelningen för tillväxt och samhällsbyggnad
Sveriges Kommuner och Landsting

Innehåll

7	Sammanfattning
7	Energianvändning
8	Åtgärder
10	Finansiering
10	Hyresavtal och brukarsamverkan
12	Läsanvisning
15	Kapitel 1: Inledning
15	1.1 Bakgrund
15	1.2 Syfte
17	Kapitel 2: Energianvändning i skolor och förskolor
17	2.1 Energianvändning
21	Kapitel 3: Åtgärder för energieffektivisering i skolor
23	3.1 Klimatskal
25	3.2 Värme och varmvatten
26	3.3 Ventilation
29	3.4 Belysning
32	3.5 Klimatkyla
33	3.6 IT och kontor
35	3.7 Storkök
36	3.8 Generella åtgärder för att minska energianvändningen
36	3.9 Lokalutnyttjande
41	Kapitel 4: Upphandling
41	4.1 Energy Performance Contracting, EPC
42	4.2 Upphandling av driftentreprenad
44	4.3 BELOK:s Totalprojekt
45	Kapitel 5: Finansiering av energieffektiviseringsarbete
45	5.1 Energipris – och ränteutveckling
47	5.2 Finansieringsform och val av beräkningsmetod
48	5.3 Hur beräknas kostnadsminskningar?
52	Kapitel 6: Hyresavtal och brukarsamverkan
53	6.1 Incitament för energieffektivisering vid internhyra

56	Kapitel 7: Goda exempel
56	7.1 Örebro sparar 14 miljoner kronor per år
61	7.2 SISAB – Skolor i Stockholm AB
65	7.3 Umeå kommun minskar kostnaderna för energi
70	Kapitel 8: Referenser och litteraturlista
72	Bilagor
72	Bilaga 1: Sammanställning energieffektiviseringsåtgärder
74	Bilaga 2: Frågeformulär för intervjuer



Sammanfattning

Den offentliga sektorn ska vara en föregångare i arbetet att nå ett hållbart energisystem. Det finns generellt en stor potential för effektivare energianvändning i bebyggelsen. Den offentliga sektorn kan fram till år 2016 göra lönsamma energieffektiviseringsåtgärder på i storleksordningen 8,5 TWh slutlig energi, jämfört med den genomsnittliga energianvändningen under perioden 2001–2005.

En kategori av offentligt ägda byggnader är skolor. Genom att effektivisera energianvändningen i skolor kan flera mål nås samtidigt. Bebyggelsens energianvändning och miljöpåverkan minskar, vilket bidrar till att nå de samhällsliga energi- och klimatmålen, samtidigt tar den offentliga sektor sitt ansvar som föregångare och tjänar som inspiratör för andra aktörer och ger utrymme för utveckling av ny miljöteknik.

Syftet med denna skrift är att väcka nyfikenhet och inspirera till genomförande av den stora effektiviseringspotential som finns. Vi vill också inspirera med goda exempel från skolor där energieffektivisering har genomförts samt presentera checklistor för energieffektivisering som enkelt kan följas i andra projekt.

Målgruppen för denna rapport är fastighetsansvariga och energiansvariga med fokus på skolor och förskolor. Målsättningen är att skriften ska belysa möjliga effektiviseringsåtgärder och deras lönsamhet samt ge operativa råd.

Energianvändning

Skolor svarar för hela 16 procent av landets totala byggnadsarea för lokaler. De står således för en väsentlig del av den svenska energianvändningen. Den totala årliga energianvändningen i skolor och förskolor i Sverige är ca 5 TWh per år. Detta fördelas på knappt 2 TWh el och drygt 3 TWh övriga energibärare.

Klimatförändringarna kommer på sikt att medföra högre medeltemperatur i Sverige. Detta innebär att uppvärmningsbehovet kommer att minska. Samtidigt kommer behovet av skydd mot övertemperaturer att öka. Genom effektiv solavskärmning och rätt vald ventilationslösning, kan installation av komfortkyla begränsas.

Åtgärder

Potentialen för energibesparingar i skolor är stor. En genomsnittlig skola kan minska elanvändningen med cirka 30 procent. Om alla skolor skulle spara så mycket el blir det 1 TWh på ett år. Det motsvarar Sveriges totala elanvändning under två dygn, eller cirka 1 miljard kronor per år. Omräknat i antal lärartjänster skulle det kunna vara minst 2 000 årstjänster.

Små skolor kan spara upp till 25 000 kWh per år. Det motsvarar ungefär energianvändningen i en elvärmd villa under ett år. När det gäller uppvärmningen finns det möjlighet att spara 17 kWh/m² och år i en genomsnittlig skola.

En genomsnittlig skola i Sverige använde under 2006 ungefär 61 kWh el per m²area i skolan. Räknar man samman alla Sveriges grundskolor använder de lika mycket el som en mellanstor stad. När det gäller värme använde en genomsnittlig skola 152 kWh/m² under år 2006.

Uppvärmning

Uppvärmning är det område som använder mest energi i en skola. För skolor som använder mycket energi i förhållande till sin area är det ofta just uppvärmningen som drar mycket energi. Skolor som använder lite energi i förhållande till sin area har ofta någon typ av värmeåtervinning.

Belysning

Belysning är jämte ventilation den största elanvändaren i skolorna med 21 kWh/m² och år i genomsnitt. Det motsvarar ca en tredjedel av elanvändningen om man räknar bort el till uppvärmning. Det finns flera åtgärder som kan minska denna post. Det första steget är att byta ut konventionella armaturer och glödlampor till mer effektiva alternativ som energieffektiva armaturer, lågenergilampor, lysdioder (LED), T5-lysrör med HF-don.

För att undvika att belysningen är tänd i onödan kan det vara lämpligt att installera närvarostyrning. Närvarostyrningen kan antingen tändas manuellt eller automatiskt med hjälp av detektering på något sätt.

Ventilation

Ventilation är en lika stor elanvändare som belysningen i skolor. Skolornas

ventilation använder i genomsnitt 21 kWh/m² och år. Det är ca en tredjedel av elanvändningen om man räknar bort el till uppvärmning. Drifftiden för ventilationen på en skola är i genomsnitt ca 3 500 timmar. Det skulle kunna minskas till mellan 1 320 och 2 000 timmar, den optimala drifftiden är beroende på om det är verksamhet i skolan även utanför skoltid. Det finns alltså mycket energi att spara bara på att styra ventilationen efter verksamheten. Driftoptimering kan erfarenhetsmässigt spara minst 10 procent.

Uppskattningsvis sker ca 40 procent av värmeförlusterna i en byggnad genom ventilationen. Genom installation av värmeåtervinningsaggregat (från- och tilluftsventilation med värmeåtervinning FTX) kan en återvinning på 60–90 procent av denna värme återvinnas.

Klimatkyla

Samtidigt som man vill utnyttja solvärmén via fönstren för att reducera uppvärmningsbehovet under framförallt höst och vår, kan solinstrålning ge upphov till stora kylbehov. Solavskärmning är i många typer av byggnader nödvändig för att reducera kylbehovet. Frikyla är ett samlingsnamn på olika kylmetoder där man inte behöver betala för köldalstringen.

IT och kontor

IT och kontor är ett område som står för bara en liten del av elanvändningen på skolor, i genomsnitt 2,4 kWh/m² och år. Det finns ändå enkla åtgärder som kan och bör göras för att spara energi här, framför allt beteendemässiga åtgärder, men även då ny utrustning ska köpas. Energy Star är en märkning av energieffektiv kontorsutrustning som används inom EU. Märkningen ska hjälpa köparna, vanliga konsumenter, företag och myndigheter, att hitta energisnåla produkter.

Storkök

Energiförlusterna från gamla storkök är mycket stora, ca 80–90 procent. Kyl/frys, diskmaskiner, ugnar och ventilation står för den största elanvändningen. Miljöstyrningsrådets har tagit fram energieffektivitetskrav för storkök och belysning som kan användas vid upphandling.

Klimatskal

En stor del av en byggnads värmeförluster sker genom klimatskalet och därför har det en betydande påverkan på energianvändningen. Värme försvinner antingen via transmission genom väggar, dörrar, golv, tak och fönster eller via luftläckage genom otätheter i klimatskalet. Det är viktigt att se över möjligheterna till energieffektivisering, särskilt i samband med renovering av ytterväggar och yttertak.

Lokalutnyttjande

Ett ineffektivt lokalutnyttjande är inte unikt för kommunal verksamhet. Det träffar man på både inom övrig offentlig sektor och inom industri- och näringsliv. Att exempelvis skollokaler bara utnyttjas 15 procent av den tillgängliga tiden beror inte i huvudsak på ett slöseri, utan på skolverksamhetens uppläggning och genomförande. Helger, skollov, friluftsdagar, skoldagens längd m.m. leder sammantaget till att klassrum står tomma 85 procent av tiden över året.

Finansiering

Kostnaden för energi och media utgör en betydande del av de löpande fastighetsrelaterade kostnaderna, de har dessutom ökat påtagligt under en längre period. Låga reala räntor och höjda energipriser motiverar idag mycket längre drivna energieffektiviseringsprojekt än vi tidigare varit vana vid. Genom att göra urval av åtgärder och bilda åtgärdspaket som är tillämpliga för både enskilda byggnader och hela byggnadsbestånd kan ofta besparingar om 20–40 procent uppnås vid en genomgång av vad som är lönsamt inom nio års återbetalningstid. Driftoptimering brukar kunna ge 10–30 procent energibesparing med en återbetalningstid på högst ett par år.

Finansieringsform

Det vanligaste sättet att finansiera energieffektiviserande åtgärder är att planera åtgärderna inom ramen för den ordinarie förvaltningsbudgeten. Ett annat sätt är att det avsätts medel specifikt för ett energieffektiviseringsprojekt som hanteras av ett eget resultatområde, exempelvis som funktionsupphandling, Energy Performance Contracting (EPC) eller Totalprojekt.

Hyresavtal och brukarsamverkan

I de flesta kommuner tillämpas internhyra för skolor och förskolor. Det ger å ena sidan incitament för båda parter att energieffektivisera, men det kräver å andra sidan engagemang och kunskap för att arbetet ska bli framgångsrikt. Med denna modell finns en risk att inget görs om engagemang, kunskap eller medel för finansiering saknas.

Internhyra beräknas enligt självkostnadsprincipen. För kapitalkostnaden tillämpas oftast kommunernas ekonomistyrningsregler, dvs rak lika stor amortering och avskrivning varje år. Det innebär att kapitalkostnaden utgör en större andel av hyreskostnaden i början och att hyran därefter successivt sjunker. Hyran är alltså högre för nyare lokaler än för äldre.

Incitament

För att nå goda energieffektiviseringsresultat krävs både att energianvändningen synliggörs för hyresgästen och att det finns ett koncerntänk för att det ska vara intressant för fastighetsägarna att investera i energieffektiviseringsåtgärder som de normalt inte tjänar på att investera i, t.ex. belysning.

Om skolorna eller förskolorna betalar för driftel och verksamhetsel har de incitament att bidra till minskad energianvändning för att minska elanvändningen. De kan t.ex. rapportera öppettider, vilket ger fastighetsägaren möjlighet att anpassa drifttiden för ventilation, men även värme baserat på dessa tider. Skolorna kan också påverka elanvändning för belysning och kontorsutrustning genom inköp (kontorsutrustning) och ändrat beteende.

Fastighetsägaren betalar vanligen för värme och varmvatten, och har därmed incitament att genomföra sådana energieffektiviseringsåtgärder som kan minska energianvändningen för dessa ändamål. Det inkluderar även investering för ventilation med värmeväxling eftersom återvinning av värme är intressant.

Brukarsamverkan

För att få till stånd en verkligt effektiv energianvändning krävs god kommunikation mellan fastighetsägare och brukare. Förutom att det är en väg till hållbarare energianvändning leder det också till nöjdare kunder. En betydande del av energin i skolor och förskolor är verksamhetsel, dvs belysning, datorer med mera. Användningen av verksamhetsel påverkar även fastighetselen. Till exempel kan energieffektiv belysning leda till lägre behov av ventilationsflöden.

Upphandling

Energieffektiviseringsarbete är ett systematiskt arbete. Även om ett antal punktinsatser görs så måste dessa införlivas i ett system för att bli långsiktigt verkningsfulla, till exempel ett energiledningssystem där bland annat investerings- och optimeringsplan ryms.

Driftoptimering

Stora ekonomiska vinster finns att hämta genom att se över driften av fastigheter. Potentialen för driftoptimering är sällan mindre än 10 procent och kan i enskilda fall vara så stor som 60 procent. Det primära syftet med energioptimering av en fastighet är att uppnå en förbättrad energiekonomi samt rätt komfort för användarna.

BELOK:s totalprojekt

Inom ramen för det så kallade Totalprojektet har Beställargruppen för Lokaler, BELOK, arbetat fram en metodik i tre steg för att visa att det i praktiken går att halvera energianvändningen i befintliga lokalbyggnader. Metodiken kan enkelt appliceras på alla byggnader.

Energy Performance Contracting (EPC)

EPC är en affärsmodell med incitament där en fastighetsägare och en totalentreprenör samarbetar för att genomföra energieffektiva åtgärder i ett större fastighetsbestånd. Inledningsvis kartlägger entreprenören fastigheternas energistatus, därefter föreslås energieffektiviseringsåtgärder. Efter detta genomförs och följer entreprenören upp de åtgärder som fastighetsägaren och entreprenören har kommit överens om. Affärsmodellen ger fastighetsägaren både en energibesparingsgaranti och en inomhuskomfortgaranti, om avtalsvillkoren skrivs på rätt sätt.

Läsanvisning

En kort bakgrund till skriften ges i *kapitel 1*.

Energianvändning och inomhusmiljö redovisas kortfattat i *kapitel 2*. Detta kapitel bygger huvudsakligen på den kartläggning av energianvändning och inomhusmiljö i skolor och förskolor som Energimyndigheten och Boverket genomförde år 2006.

I *kapitel 3* presenteras olika möjligheter till energieffektivisering i skolor. Kapitlet är indelat i olika områden där lämpliga åtgärder föreslås. I möjligaste mån har även uppskattad lönsamhet och besparingspotential redovisats.

Olika finansieringsformer, samt hur energipris och ränteutveckling påverkar lönsamheten, diskuteras i *kapitel 4*.

Kapitel 5 redogör för hur utformningen av hyresavtalet påverkar brukarnas incitament för energieffektivisering. Här tas även upp olika koncept för energieffektivisering som kan upphandlas.

Goda exempel från flera olika skolor i tre olika kommuner finns i *kapitel 6*.

En litteraturförteckning och andra referenser som använts i denna skrift finns sammanfattade i en förteckning i *kapitel 7*.

Bilaga 1 är en sammanställning av olika energieffektiviseringsåtgärders effekt.

I *Bilaga 2* finns det frågeformulär som använts vid intervjuerna.



Inledning

1.1 Bakgrund

Den offentliga sektorn ska vara en föregångare i arbetet att nå ett hållbart energisystem. Det finns generellt en stor potential för effektivare energianvändning i bebyggelsen. Enligt Energieffektiviseringsutredningen kan den offentliga sektorn göra lönsamma energieffektiviseringsåtgärder på i storleksordningen 8,5 TWh primärenergi.¹ Denna lönsamma potential avser en jämförelse mellan genomsnittet för åren 2001–2005 och år 2016. Trots att lönsamma åtgärder dagligen finns runt omkring oss lämnas merparten av dessa åtgärder ogjorda.

Det är angeläget att närmare analysera dessa potentialer. Vad består de av? En analys av vilka de lönsamma åtgärderna är erfordras. Vidare behövs en översyn av hur dessa effektiviseringsåtgärder kan komma till stånd och hur stora investeringar som behövs.

En kategori av offentligt ägda byggnader som har stor synlighet för många olika typer av aktörer är skolor. Genom att effektivisera energianvändningen i skolor kan flera mål nås samtidigt. Bebyggelsens energianvändning och miljöpåverkan minskar. Det bidrar till att nå de samhälleliga energi- och klimatmålen. Samtidigt tar den offentliga sektorn sitt ansvar som föregångare och tjänar som inspiratör för andra aktörer och ger utrymme för utveckling av ny miljöteknik.

1.2 Syfte

Skriftens syfte är att analysera och presentera hur stor energieffektiviseringspotential som finns i skolor och förskolor. Vidare ska den visa goda exempel

1 Slutbetänkande, Energieffektiviseringsutredningen, Vägen till ett energieffektivare Sverige (SOU 2008:110).

på hur energieffektivisering kan genomföras och bidra med enkla checklistor som kan användas i egna projekt.

Rapportens målgrupp är fastighetsansvariga och energiansvariga med ansvar för skolor och förskolor. Målsättningen är att rapporten ska ge en heltäckande bild av möjliga energieffektiviseringsåtgärder i skolor och ge operativa råd

Energianvändning i skolor och förskolor



2.1 Energianvändning

Skolor svarar för hela 16 procent av landets totala byggnadsarea för lokaler. De står således för en väsentlig del av den svenska energianvändningen. Den totala årliga energianvändningen i skolor och förskolor i Sverige är ca 5 TWh per år. Detta fördelas på knappt 2 TWh el och drygt 3 TWh övriga energibärare.

2.1.1 Boverkets byggregler

Boverket byggregler, BBR, reglerar hur stor energianvändningen får vara i nybyggda skolor och förskolor. Den maximala energianvändningen är beroende

av geografiskt läge, uppvärmningsform och ventilationsbehov. I Boverkets byggregler anges i nuläget tre geografiska zoner, norra, mellersta och södra Sverige. Kraven på energianvändning är mer strikta för elvärmda byggnader än för byggnader som värms med andra energikällor. Vidare medges ett tillägg i energianvändning för lokaler med särskilt stort ventilationsbehov. Av tabell 1 nedan framgår den gällande högsta tillåtna energianvändningen i lokaler. Boverket har aviserat att en skärpning av dessa krav med 20 kWh/m² och år kommer att ske från år 2011.

TABELL 1: Högsta tillåtna energianvändning, exkl verksamhetsel, i nya lokaler enligt Boverkets gällande byggregler (BBR)

Klimatzon	I	II	III
Icke elvärmda byggnader			
Byggnadens specifika energianvändning, kWh/m ² A _{temp} och år	140	120	100
Tillägg då uteluftsflödet av hygieniska skäl är större än 0,35 l/s per m ² i temperaturreglerade utrymmen	110(q _{medel} ^{-0,35})	90(q _{medel} ^{-0,35})	70(q _{medel} ^{-0,35})
Elvärmda byggnader			
Byggnadens specifika energianvändning, kWh/m ² A _{temp} och år	95	75	55
Tillägg då uteluftsflödet av hygieniska skäl är större än 0,35 l/s per m ² i temperaturreglerade utrymmen	65(q _{medel} ^{-0,35})	55(q _{medel} ^{-0,35})	45(q _{medel} ^{-0,35})

I tabellen ovan är q_{medel} byggnadens genomsnittliga uteluftsflöde.

2.1.2 STIL2-studien

Energimyndigheten driver ett projekt för förbättrad energistatistik i lokaler som kallas STIL2 (STatistik I Lokaler 2).² I detta arbete genomförs årligen kartläggning av energianvändningen, med fokus på elanvändningen, i ett hundratal byggnader. Projektet är avsett att drivas i sexårscykler och ska täcka alla lokalkategorier. Den etapp av STIL2-projektet som genomfördes år 2006 handlade om energianvändning och inomhusmiljö i skolor och förskolor, och genomfördes i samarbete med Boverket. I studien genomfördes inventering av energianvändning, inomhusmiljö, byggnadstekniska skador och brister samt en enkätstudie om upplevd inomhusmiljö. Resultatet av undersökningen presenterades i Energimyndighetens rapport *Stegvis Stil i Skolor*.³

² Energimyndighetens projekt kallades inledningsvis Stegvis Stil.

³ Rapporten kan laddas ner från www.energimyndigheten.se

Enligt STIL2-projektet var år 2006 den totala genomsnittliga energianvändningen i skolor och förskolor 213 kWh/m² och år. Den genomsnittliga energianvändningen i befintliga skolor och förskolor överstiger således dagens normvärden för nybyggnader. Om de befintliga skolornas energianvändning jämförs med lågenergibyggnader, t.ex. så kallade passivhus med ca 50 kWh/m² och år, blir de befintliga skolornas energianvändning ännu mer markant.

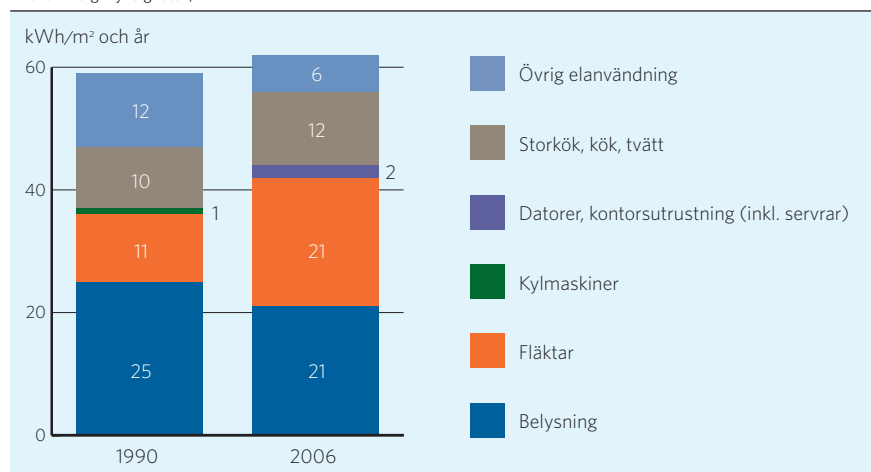
STIL2-rapporten jämför även 2006 års energianvändning i skolor och förskolor med energianvändningen i byggnader av samma typ år 1990. Under perioden 1990 till 2006 har energianvändningen i skolorna minskat från 246 till 216 kWh per m² A_{temp}. Samtidigt som den totala energianvändningen har minskat har elanvändningen för verksamheter och drift ökat något, från 59 till 61 kWh per m² och år. Därtill användes år 2006 i genomsnitt ca 19 kWh el per m² och år för uppvärmning.

Energianvändning per ändamål

I STIL2-projektets kartläggning av elanvändningen i svenska skolor låg fokus på elanvändningen. Studien redovisar elanvändningen per ändamål. De största enskilda elanvändarna i skolor och förskolor är belysning och ventilation, med vardera drygt 20 kWh per m² och år. Undersökningen har identifierat stora besparingspotentialer främst när det gäller dessa två användningsområden. Även storkök, kök och tvätt är en relativt stor elanvändare i skolor och förskolor med i genomsnitt 12 kWh/m² och år. Elanvändningen för belysning har minskat något sedan år 1990 medan elanvändningen för ventilation nära nog har fördubblats under samma period. Elanvändningens fördelning i skolor och förskolor för åren 1990 och 2006 framgår av Figur 1 nedan.

FIGUR 1: Skolors elanvändning fördelat på användningsområde.

Källa: Energimyndigheten, STIL2.



Inomhusmiljö

De drygt 100 skolor och förskolor som besiktigades år 2006 undersöktes också med avseende på inomhusmiljö. På en skala 1–5, där 5 är högsta betyg och betyget tre bör ses som en nivå att hålla sig över för samtliga ingående parametrar, fick de ett medelbetyg för inomhusklimatet på 3,33. 15 av de inventerade objekten (drygt 11 procent) hade ett medelvärde som låg under de accepterade tillsynsnivåerna. De besiktigade byggnaderna hade valts ut med hjälp av ett statistiskt korrekt urvalsförfarande. Vid viktning till nationell nivå för byggnadernas inomhusmiljö blev betygsgenomsnittet 3,88 på skalan 1–5.

Belysning var ett område som fick mycket anmärkningar vid inomhusinventeringarna. Hela 72 procent av de undersökta förskolorna och skolorna saknade helt eller delvis flimmerfri belysning. Dagsljusfaktorn var generellt bra i de undersökta objekten.

Även skolornas och förskolornas ventilation fick många anmärkningar vid STIL2-undersökningens innemiljöinventeringar. Nästan 75 procent av objekten hade luftklimatproblem som kan kopplas direkt till besvär för brukarna. Problem med lufttemperaturen var den aspekt som förekom mest, följt av luktproblem. Problemen med lufttemperaturen är till stor del en drift- och underhållsfråga. Råden i denna rapport kan bidra till att minska dessa problem.

I drygt hälften av de inventerade skolorna fanns någon form av akustikproblem. Bristfällig luftljudsisolering mellan olika rum var den aspekt som befanns orsaka flest ljudproblem, i detta avseende var förskolorna värre utsatta än skolorna.

Ca tre fjärdedelar av de inventerade byggnaderna hade någon form av problem med det termiska klimatet. Nästan lika många av skolorna saknade någon form av solavskärmning, vilket ger varma lokaler i solutsatta lägen.

Åtgärder för energieffektivisering i skolor

Potentialen för energibesparingar inom skolsektorn är stor. Det visar bl.a. Energimyndighetens och Boverkets undersökning av hur mycket energi svenska skolor använder. Resultaten från undersökningen visar att en genomsnittlig skola kan minska elanvändningen med cirka 30 procent. Om alla skolor skulle spara så mycket el blir det 1 TWh på ett år. Det motsvarar ungefär Sveriges totala elanvändning under två dygn. Omräknat motsvarar det kostnaderna för 2 000 lärartjänster per år.

Undersökningen visade också att:

- › Små skolor kan spara upp till 25 000 kWh per år. Det motsvarar ungefär energianvändningen i en villa under ett år.
- › När det gäller uppvärmningen visar Energimyndighetens kartläggning att det finns möjlighet att spara 17 kWh/m² och år i en genomsnittlig skola.
- › När det gäller uppvärmningen var det fler skolor som värmdes med fjärrvärme år 2006 än 1990. Andelen skolor som värms med olja hade samtidigt gått ner. En större andel skolor och förskolor värmdes med el 2006 än 1990.

En genomsnittlig skola i Sverige använde under 2006 ungefär 61 kWh el per m²area i skolan. Räknar man samman alla Sveriges grundskolor använder de lika mycket el som en mellanstor stad.

När det gäller värme använde en genomsnittlig skola 152 kWh/m² under 2006. Den genomsnittliga storleken på skolorna som Energimyndigheten undersökte var lite mindre än 5 000 kvadratmeter, och det gick i genomsnitt 325 elever på varje skola.

Uppvärmningen är det område som använder mest *energi* i en skola. För skolor som använder mycket energi i förhållande till sin area är det ofta just



detta som drar mycket energi. Skolor som använder lite energi i förhållande till sin area har ofta någon typ av värmeåtervinning.

Belysning och ventilation står för den största delen av elanvändningen. De står båda för cirka varsin tredjedel av elanvändningen. Men även skolköken, datorer, kopiatorer och liknande utrustning samt personalkök använder en hel del el.

År 2006 använde belysningen för en typisk skola 21 kWh/m². För en skola på 5 000 m² blir det ungefär 100 000 kWh per år. Det är lika mycket el som fyra normalstora elvärmda villor använder under ett år.

Om en skola använder mycket energi i förhållande till sin area är det ofta uppvärmningen som är orsaken. Det beror för det mesta på att ventilationen är onödigt hög samtidigt som skolor sällan har värmeväxlare för värmeåtervinning ur ventilationsluften.

En bra start för energieffektivisering är att göra en så kallad nattvandring i lokalerna, dvs en genomgång av skolan när ingen verksamhet pågår. Då kan utrustning som är igång helt i onödan upptäckas, t.ex. belysning, datorer, ventilation, eller fläktar. Att införa rutiner för så enkla åtgärder som att släcka belysning och stänga av datorer kan vara ett första steg till en energieffektivare skola.

I *bilaga 1* finns en tabell där olika energieffektiviseringsåtgärder finns förtecknade. Där finns också uppskattningar rörande åtgärdernas besparing, kostnad och lönsamhet i form av återbetalningstid.

3.1 Klimatskal

En stor del av en byggnads värmeförluster sker genom klimatskalet och därför har det en betydande påverkan på energianvändningen. Värme försvinner antingen via transmission genom väggar, dörrar, golv, tak och fönster eller via luftläckage genom otätheter i klimatskalet. Det är viktigt att se över möjligheterna till energieffektivisering. Klimatskalet är ofta inte lufttätt runt fönster och det finns en stor potential till energieffektivisering vid renovering av ytterväggar och yttertak. Många bra tips finns på www.renovaenergismart.se.

Yttertaket

Att tilläggsisolera bjälklaget/vinden kan kosta ca 100–200 SEK/m² bjälklagsarea. Återbetalningstiden kan anses vara relativt kort.

- › Att tilläggsisolera vinden minskar energianvändningen och är vanligtvis en lönsam åtgärd. Det kräver dock att vindsbjälklaget tätas mot luftläckage. En tilläggsisolerad vind blir fuktigare och mer känslig för mögel.
- › Genom att öka isolertjockleken på vindsbjälklaget från 15 till 45 cm minskar energianvändningen generellt med drygt 20 kWh/m² bjälklag och år.
- › Genom att bygga om och höja taket så att man får en större lutning skapar man förutsättningar för bra isolering och bättre vattenavrinning.
- › Det finns teknik för att isolera plana/lutande tak med utvändig isolering och nytt ytskikt direkt ovanpå befintligt tak. Detta är även bra ur fukthänsesende.

Fasader

Kostnaden för att tilläggsisolera fasaden är svårbedömd. Det bör endast övervägas i samband med större renoveringar eller om fasaden är i mycket dåligt skick. Återbetalningstiden kan i samband med andra åtgärder anses vara medellång.

Undersök och dokumentera väggen:

- › Finns det fuktskador och andra skador?
- › Är väggen i tillräckligt bra skick för att renovera eller är det enklare att riva väggpartier och återuppbygga dem?
- › Vilken teknisk lösning fungerar på den befintliga väggen?

Utforma den nya väggkonstruktionen med hänsyn till byggnadens förutsättning och använd resultatet från undersökningen som underlag till väggens utformning. Att isolera väggen på utsidan ger flera fördelar. Vid invändig tilläggsisolering av ytterväggen ökar risken för fuktskador.

Grund

Det är vanligt att klimatskalet inte är lufttätt vid golvet. Byggnader med källare har i många fall dåligt isolerade källarväggar. Utvändig tilläggsisolering av källarväggar är en bra åtgärd om byggnaden är i behov av dränering. Detta kan ge en god energibesparing.

Fönster

Kostnaden för byte/komplettering av fönster kan uppgå till ca 3 500–6 000 SEK/m² för nya fönster, komplettering av fönster med ytterligare isolerande glas ca 1 500–2 000 SEK/m² i 2010 års priser.⁴ Återbetalningstiden kan anses vara lång. Det är bra att passa på att välja energieffektiva fönster när fönsterbyte ändå ska ske.

Utöver minskad energianvändning finns andra positiva aspekter med energieffektiva fönster. Energieffektiva fönster minskar drag och kallras. Det innebär att inomhustemperaturen kan sänkas med bibehållen inomhuskomfort. Störst besparing ger nya fönster med lågt värmegenomgångstal (U-värde), men gamla fönster kan även renoveras. Det finns en energimärkning för fönster. Energimärkningen av fönster för klass A anger ett genomsnittligt U-värde för hela fönstret som är bättre än 0,9 W/m², K.⁵ Ju lägre U-värdet är desto bättre isoleringsförmåga. Observera att en del fönstertillverkare anger glasets U-värde, och att det kan vara väsentligt lägre än fönstrets genomsnittliga U-värde.

Olika metoder för att renovera fönster i syfte att förbättra dem ur energisynpunkt:

- Byt det inre glasets mot energiglas (lågemissionsglas). Kan ge U-värde på ca 1,8 W/m², K.
- Byt det inre glasets mot en isolerruta (termoglas). Kan ge U-värde ner till 1,3 W/m², K.
- Montera en tredje glastruta (lågemissionsglas). Kan ge U-värde ner till 1,4 W/m², K.

Termografering och luftläckage

Genom termografering kan man påvisa om och var värmeförluster och onormala värmeläckage sker. Önskade och okontrollerade luftflöden genom klimatskalet ska undvikas.

- Genomför termografering som underlag för värmebesparande åtgärder, kostnad beror på lokalyta. Uppskattning 1,5–2 dagars konsulttid per 1 000 m² LOA.

⁴ Diana Avasoo, www.energifönster.nu

⁵ www.renoveraenergismart.se

- › Tätningsslistor av gummi eller silikon, drevning med mineralull, kostnad ca 10–30 SEK/löpmeter. Kort till medellång återbetalningstid.
- › Port- och dörrstängare. Kostnad från 1 000 SEK/dörr för enklare varianter. Kort återbetalningstid.

3.2 Värme och varmvatten

De flesta svenska skolor värms idag med fjärrvärme. I Sverige produceras drygt en tredjedel av fjärrvärmens med biobränslen, knappt 20 procent med fossila bränslen som olja och gas medan resten produceras av avfallsförbränning samt med hjälp av värmepumpar eller via spillvärme. Ett fåtal skolor har egen värmeanläggning som använder el, naturgas, pellets, olja eller något annat energislag.

I skolor är det vanligt med problem med det termiska klimatet; det är för varmt eller för kallt, eller det drar. Hög temperatur medför att luften inte känns fräsch och det ökar också avsevärdheten av ämnen från byggnadsmaterial och inventarier. För stillasittande arbete som är fysiskt mindre ansträngande bör lufttemperaturen vara minst 20°C. Lufttemperaturer över cirka 26°C kan bidra till trötthet och nedsatt koncentration.

För att få en överblick är det lämpligt att mäta temperaturen i lokalerna, gärna vid flera olika tidpunkter på dagen. Där människor vistas sällan eller bara korta perioder går det att ha lägre temperatur.

Energieffektivisering kan ske dels genom optimering av driften, dvs använd befintlig teknik på bästa sätt, dels genom att installera ny energieffektiv teknik. Här är några tips för att minska energibehovet för uppvärmning och varmvatten.

Driftoptimering

- › Se till att temperaturen i lokaler där det vistas människor inte överstiger 20–21°C. För varje grad som inomhustemperaturen sänks minskar uppvärmningskostnaden med cirka 5 procent. Åtgärds kostnad: låg eller ingen alls.
- › Anpassa drifttider efter aktuell verksamhet, t.ex. kan varmvattenberedning reduceras under skolloven.
- › Injustering av värmesystemet, inklusive koll av ventiler och termostater: Detta bör alltid göras efter att andra större åtgärder har genomförts, t.ex. förbättring av klimatskalet. Kostnaden för injustering kan uppskattas till ca 10–15 SEK/m². Åtgärden har oftast en kort återbetalningstid.
- › Pumpstoppautomatik: Genom att se till att cirkulationspumpar till värmesystemet stoppas under sommarperioden minskas onödig elanvändning och värmeförluster. Åtgärds kostnad: låg eller ingen alls.

- › Se till att det inte står möbler i vägen för luftcirkulationen vid radiatorer och vid ventilationsgaller.

Underhåll och energiovervakning

- › Kontrollera att natt- och helgsänkning av temperaturen fungerar.
- › Kontrollera termostatventiler. Vid behov, trimma dem.
- › Rensa och rengör fjärrvärmeväxlare, kostnad ca 2–10 000 SEK per värmewäxlare.

Ny energieffektiv teknik

- › Installera termostatventiler. Ger jämnare rumstemperaturer t.ex. vid solinstrålning och därmed minskad värmeavgivning och ökad komfort. Åtgärds-kostnad: ca 100–300 SEK/radiator. Åtgärden har oftast kort återbetalningstid.
- › Installera tryckstyrda cirkulationspumpar.
- › Byt/uppgadera till ny energieffektiv fjärrvärmeväxlare, för att uppnå bättre temperaturverkningsgrad. Kostnad ca 50–100 000 SEK per värmewäxlare.
- › Installera effektiv solavskärmning. Om solen lyser starkt på ena sidan av huset blir det varmt om det saknas bra avskärmning. Rum på skuggsidan kan då upplevas som alltför svala, vilket gör att värmesystemet får arbeta trots att det egentligen är tillräckligt varmt. Läs mer om solavskärmning under avsnittet om kyla.
- › Byt till energieffektiva tappvattenarmaturer eller snålspolande munstycken i vattenkranar och duschar för att på så sätt minska varmvattenanvändningen.
- › Installera tidsbegränsning för kranar och duschar, eller självstängande, så att de bara är igång en kort tid innan den som använder kranen eller duschen måste sätta på den igen.
- › Inför sektionering av värmesystemet för att bättre kunna anpassa temperaturen i olika delar av lokalerna.

3.3 Ventilation

Ventilationen är jämte belysningen den största elanvändaren i skolor med 21 kWh/m² och år i genomsnitt. Det är ca en tredjedel av elanvändningen om man räknar bort el till uppvärmning. Drifftiden för ventilationen på en skola är i genomsnitt ca 3 500 timmar, vilket motsvarar 145 hela dygn. Det är ungefär 165 skoldagar på ett år och om skolan inte har verksamhet kvällstid så borde ventilationen vara aktiv som mest ca 8 timmar om dagen, alltså 1 320 timmar. Om det är aktiviteter i skolan utanför skoltid kan man räkna med

2 000 timmar, i vissa fall mer. Det finns därför mycket energi att spara bara på att styra ventilationen efter verksamheten. Driftoptimering kan erfarenhetsmässigt spara minst 10 procent.

Energibesparingspotentialen för olika åtgärder i ventilationen har beräknats till:

- › storleksordningen 8 kWh/m² och år vid en sänkning av den årliga drifttiden för fläktsystemen till maximalt 2 000 timmar/år.
- › storleksordningen 3 kWh/m² och år vid en sänkning av SFP-talet (specific fan power) till 2,0 kW/m³ och s.
- › ca 9,2 kWh/m² och år vid en minskning av luftomsättningen till max 1,1 per timme. Vid en minskning av luftomsättningen till max 2,2 per timme är besparingen ca 3,5 kWh/m² och år.
- › storleksordningen 17 kWh/m² och år vid installation av värmeväxlare i luftbehandlingsaggregat där det saknas idag.

Uppskattningsvis sker ca 40 procent av värmeförlusterna i en byggnad genom ventilationen om inte värmeåtervinning är installerad. Genom installation av värmeåtervinningsaggregat (från- och tilluftsventilation med värmeåtervinning FTX) kan en återvinning på 60–90 procent av denna värme återvinnas. Det är således en stor mängd värmeenergi som kan sparas genom att återvinna värmen i frånluften. För en typisk skola går det att spara 17 kWh/m² och år. Det är mer än tio procent av värmebehovet och motsvarar för en skola på 5 000 m² ca 85 000 kronor på ett år.

I skolor med självdragsventilation är installation av värmeåtervinning mer komplicerad, då det inte finns några färdiga kanaler för tilluften. Frånluften kan också vara fördelad på flera olika platser i byggnaden. Detta medför stora installationskostnader då kanaldragningar för både till- och frånluften sannolikt måste göras.

Med en bra styrutrustning kan man se till att den utrustning som styr ventilationssystemet fungerar på ett bra sätt. Driftstörningar kan då upptäckas snabbare och åtgärdas. En bra styrutrustning kan också styra temperaturen i skolans olika delar på ett effektivt sätt och anpassa ventilationen till hur många som finns i lokalerna, t.ex. genom styrning på CO₂-nivån eller fuktstyrning i duscharna. På så sätt blir det enklare att hålla en jämn och bra temperatur och därigenom minska energianvändningen.

En väl fungerande ventilation innebär vanligtvis att temperaturen kan sänkas, men det är inte säkert att det går att ventilerar bort allt värmeöverskott. Man måste kanske ta till åtgärder som solavskärmning, omplacering av värmealstrande maskiner eller sänkning av temperaturen med hjälp av nattkylning eller kylinstallationer.

Luftdrag uppfattas ofta som allmän kyla. Lufthastigheter lägre än 0,15–0,2

m/s brukar dock uppfattas som dragfria. Höga lufthastigheter i en lokal kan skapas av kallras från fönster, av kalla golv och väggar, eller av ventilations-systemet. När en dörr öppnas till en angränsande lokal med en annan tempe-ratur eller ett annat tryck kan stora lufthastigheter uppstå.

Det finns regler om att drag ska undvikas. Tilluft ska tillföras så att inte besvärande drag uppstår och uppvärmningsanordningar bör placeras så att kallras från fönster eller liknande undviks. Arbetsplatser vid dörrar som le-der utomhus eller till en lokal med väsentligt annan temperatur ska ha skydd mot drag.

Att installera bra solavskärmning är lämpligt även ur ventilationssyn-punkt. Om solen lyser direkt in i ett klassrum eller annan lokal blir det lätt för varmt i det aktuella rummet, och ventilationssystemet måste arbeta mer än nödvändigt. Läs mer om solavskärmning under avsnittet om kyla.

Energieffektivisering av ventilationen kan ske genom driftoptimering, un-derhåll och energiövervakning. Här är några tips för att minska elbehovet för ventilationen.

Driftoptimering

- › Se till att det inte står möbler i vägen för luftcirkulationen vid radiatorer och vid ventilationsgaller.
- › Vid behov av vädring: Vädra lokalerna effektivt under kort tid (5–10 mi-nuter). Se till att fönstren inte står öppna under en hel lektion bara för att ingen är där!
- › Om skolan hyrs ut kvällstid (exempelvis gymnastikhallen), se till att venti-lationssystemet är kopplat så att fläktarna bara går i de delar av skolan som används. Anpassa drifttider, luftflöden och börvärden (flöde, temperatur, tryck) efter aktuell verksamhet.
- › Kontrollera förekomst av ”kortslutningar”.
- › Kontrollera kopplingsur, se till att inställningsvärden är korrekta.
- › Kontrollera givarplaceringar (ger indata till fläktsystemet som t.ex. tem-peratur).
- › Jämför tilluftstemperatur vid aggregat med tilluftens temperatur i rum-met.
- › Sänk tilluftstemperaturen så långt som möjligt utan att orsaka dragpro-blem.
- › Åtgärda dragproblem genom bättre don eller bättre placering av don.
- › Optimera börvärde för avfrostning av värmeväxlare.
- › Optimera bör- och gränsvärden för nattkyla.
- › Kontrollera och dokumentera bör- och inställningsvärden.
- › Kontrollera att rätt inblandning och rätt typ av frysskyddsmedel används.
- › Optimera/balansera vätske- och luftflöden för värmeåtervinning.

- › Optimer vätskeflöden f r värme- och kylbatterier.
- › Utnyttja värmeåtervinning optimalt innan extern värme tillförs.
- › Reducera eller stäng av ventilation för utrymmen som inte används.
- › Kontrollera aktuella styr- och reglerfunktioner (OVK).

Underhåll

- › Filter  r mer eller mindre bra från energisynpunkt. Se över typ av filter och byt till sådana som orsakar mindre energiförluster.
- › Reng r värmeväxlare för bättre värmeåtervinning.
- › Reng r fläktar (bladen).
- › Reng r värme- och kylbatterier f r minskat tryckfall och ökad effektivitet.
- › G r tätare kontroller och byt remmar vid behov.
- › Byt till filter med lägre tryckfall men oförändrad prestanda.
- › Kontrollera slitage på remskivor och remmar.
- › G r tätare byten av filter, minst en gång per  r.
- › Täta läckande kanaler och aggregatdelar.
- › Kontrollera glykolblandning för optimal värmekapacitet i v tskekopplade värmeåtervinnare.
- › Kontrollera driftparametrar (tryckfall, flöden, effekter, verkningsgrader).
- › Reng r och st da regelbundet i installationsutrymmen.

Energi vervakning

- › Kontrollmät regelbundet driftparametrar (tryckfall, flöden, effekter, verkningsgrader).
- › G r kontinuerlig uppföljning av nyckeltal/energiindikationer.
- › Använd kvalitetssäkring och kontroll av mätningar och mätmetoder.
- › Rapportera felmeddelanden/larm för avvikelser i energianvändning till energi/ekonomiansvarig.
- › Logga energiparametrar.
- › Avsätt tid och ansvar för analys och uppföljning.

Ny teknik

- › Behovsanpassad ventilation
- › Värmeåtervinning – typ av värmeväxlare

3.4 Belysning

Belysningen  r jämte ventilationen den största elanvändaren i skolorna med 21 kWh/m² och  r i genomsnitt vilket motsvarar ca en tredjedel av elanvändningen om man räknar bort el till uppvärmning. Belysningen svarar därmed f r ca en tredjedel av den totala elnotan i skolor. Enligt Belysningsbranschen

kan mer än 40 procent el till belysning sparas med modern teknik. För Sveriges skolor innebär det en besparing på 350 miljoner kronor varje år om energieffektiv belysning installerades.

Det finns flera sätt att minska belysningens energianvändning. Det första steget är att byta ut konventionella lamparmaturer och glödlampor till mer effektiva alternativ som lågenergilampor, lysdioder (LED), T5-lysrör med HF-don.⁶ HF-donen ser till så att det blir rätt frekvens på belysningen så att den inte ska upplevas som störande. Både livslängden och energianvändningen för belysning påverkas. För att undvika att belysningen är tänd i onödan kan det vara lämpligt att installera närvarostyrning. Närvarostyrningen kan antingen tändas manuellt eller automatiskt med hjälp av detektering på något sätt.

Schablonvärden för energibesparingspotentialen för olika åtgärder för belysning har beräknats till:⁷

- › Ca 1,6 kWh/m² och år om alla glödlampor byts ut mot lågenergilampor
- › Ca 10 kWh/m² och år om alla konventionella lysrör byts ut mot T5-rör
- › Ca 8 kWh/m² och år om man installerar styrsystem som anpassar belysningen efter dagsljus och närvaro. Detta kan spara upp till 40 procent av belysningsenergin.⁸

Ett gott exempel på en skola som lyckats spara mycket energi på belysningsområdet är Risbroskolan i Fagersta. Där har elanvändningen för belysning minskat med hela 73 procent. Tidigare installerad belysningseffekt var ca 1 200 W i varje klassrum. Detta omfattade bland annat tolv armaturer med två lysrör på vardera 36 W. Dessa byttes till 6 stycken T5-lysrör på 35 W styck och närvarostyrning. Tavelbelysningen försågs även den med T5-lysrör. Resultatet blev att den installerade effekten minskade med sammanlagt 55 procent. För att bibehålla komforten och belysningsfunktionen målade man klassrummets väggar och tak vita så att de ytorna kan fungera som ljusreflektorer.

Två vanliga typer av styrsystem är närvaro- och dagsljusstyrning. Reglering sker på något av följande sätt:

- › till och frånkoppling
- › tändning/släckning i steg
- › steglös reglering

6 HF-don är ett högfrekvent kopplingsdon som sitter inuti moderna lysrörsarmaturer och som bl.a. ökar armaturens effektivitet.

7 Energianvändning & inomhusmiljö i skolor och förskolor – Förbättrad statistik i lokaler, STIL2, ER 2007:11

8 www.ljuskultur.se/files/Teknik_Miljo/Goda_exempel/Risbroskolan.pdf

De system som brukar användas för närvarostyrning bygger på passiv IR-detektering (PIR), aktiv HF-teknik eller akustisk detektering.

PIR-detektorn aktiveras av värmestrålningen från en människa. HF-tekniken sänder ut en signal som gör att lampan tänds när ekot av den signalen ändras. En akustisk detektor tänds belysningen vid lågfrekventa ljud, som uppstår t.ex. när en dörr öppnas, och håller belysningen tänd av högfrekventa ljud, t.ex. stolar som skrapar mot golvet.

Energieffektivisering av belysningen kan ske dels genom optimering av driften, dvs använd befintlig teknik på bästa sätt, dels genom att installera ny energieffektiv teknik. Här är några tips för att minska elbehovet för belysning.

Driftoptimering

- › Släck ljuset i lokaler där ingen är.
- › Släck ljuset utomhus om och när det går.
- › Ta bort onödiga armaturer. Fundera på vilka armaturer som behöver lysa för att belysningen ska fylla sitt syfte.
- › Se till att gardiner och persienner inte skymmer dagsljuset när solen inte stör. På så sätt kan ni utnyttja dagsljuset när det finns och slipper ha lampor tända för att få det tillräckligt ljus.

Ny energieffektiv teknik

- › Byt från vanliga glödlampor till lågenergilampor, inomhus såväl som utomhus. Det ger lika mycket ljus, men sparar 80 procent av energin.
- › Byt gamla lysrörsarmaturer till armaturer med T5-lysrör. Med effektiv styrning sparar detta upp till 75 procent av energin. T5-armaturer ger dessutom flimmer fritt ljus. Vid ett sådant byte måste hela armaturen bytas. Det går inte att bara byta själva lysröret.
- › Installera sensorer och styrsystem som släcker belysningen när ingen längre är i en lokal. Detta passar särskilt bra för toaletter och i korridorer.
- › Installera tidur på belysningen på eventuella utomhusidrottsplaner.
- › Ha bara en del av skolgårdsbelysning påslagen hela tiden på kvällar och nätter och låt rörelsesensorer styra resten.
- › Installera solavskärmning vid fönstren. Det kan verka som en självmot-sägelse, men effektivare avskärmning av solljuset kan faktiskt göra att det inte behövs lika mycket elektrisk belysning. Om ljuset blir väldigt starkt på vissa ställen i rummet är det lätt att tycka att det är för svagt i andra delar av rummet. Då tänds man lampor trots att det egentligen är tillräckligt ljus i rummet. Läs mer om solavskärmning under avsnittet om kyla.

3.5 Klimatkyla

Klimatkyla är mycket ovanligt i skolor, både i befintliga byggnader men även vid nybyggnation. Det är dyrt att producera kyla och elanvändning för kyla bidrar till ökade koldioxidutsläpp och andra miljökonsekvenser, därför är det viktigt att undvika att skapa ett behov av det.

Samtidigt som man vill utnyttja solvärmen via fönstren för att reducera uppvärmningsbehovet framförallt under höst och vår, kan solinstrålningen ge upphov till stora kylbehov. Detta gäller särskilt moderna välisolerade byggnader med stora glasytor. Solavskärmning är nödvändig i många typer av byggnader för att eliminera eller reducera kylbehovet. Samtidigt får inte insläppet av dagsljus påverkas så att behovet av belysning ökar.

Effektiv solavskärmning kan minska den instrålade värmen med så mycket som 90 procent. Det är mer effektivt att göra solavskärmning åtgärder på utsidan av byggnaden än på insidan, men de utsidiga åtgärderna kräver ofta också större investeringar än de insidiga. Solavskärmning kan göras på flera olika sätt. Olika möjligheter är:

- › Markiser
- › Jalousier på utsidan av fönstren
- › Solfilm på fönstren
- › Lågemissionsglas
- › Persiennor, mellan glasen eller på utsidan av glasen
- › Tyggardiner
- › Lövträd (utvändig solavskärmning)

När åtgärder har vidtagits för att minska kylbehovet återstår att titta på alternativa metoder för att vid behov kyla lokalerna. Det är inte alltid nödvändigt att använda kylmaskiner för att kyla lokalerna, det finns andra bra system. Frikyla är ett samlingsnamn på olika kylmetoder där man inte behöver betala för köldalstringen. Det kan betyda att uteluften eller att ett närliggande vattendrag används som köldkälla. Fjärrkyla är ett annat alternativ till de traditionella kylmaskinerna, i områden med fjärrkylennät. När det finns behov av kyla kan ventilationen ökas på natten för att låta byggnaden kyla av den svala nattluften. Då behövs ingen separat kylanläggning.

En byggnad är i sig själv en bra ”kylförvarare”. En byggnad har stor förmåga att lagra värme och kyla och att själv hålla temperaturen. Tunga stenhus gör detta bäst och enklast, men de flesta byggnader har mycket inbyggd massa och därmed god värme- och kylaggregationsförmåga. Om byggnaden bara används under dagtid finns stora möjligheter att föra bort överskottsvärme med kall ventilationsluft under natten.

Ventilationen kan också användas dagtid för att kyla så länge som utom-

hustemperaturen är lägre än inomhustemperaturen. När det är varmare utomhus än inomhus kan ventilationen minskas till ett ”hygienflöde”, då man bara tar bort föroreningar från människor och material.

Det är mycket ovanligt att komfortkyla finns installerad i skolor. En orsak till detta kan vara att det största kylbehovet finns på sommaren, då skolorna oftast är stängda. Under vår och höst kan ofta möjligheten till frikyla utnyttjas.

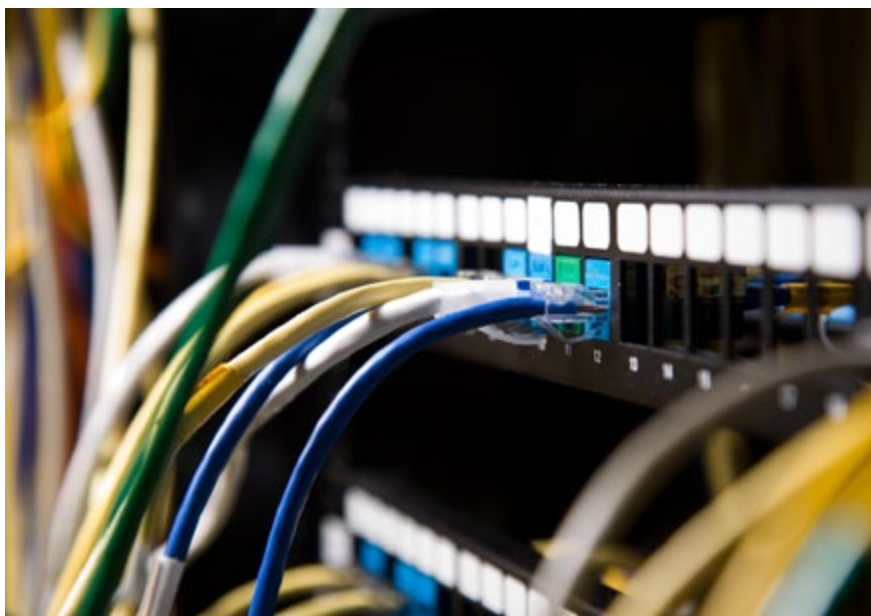
Det är värt att notera att det även kan finnas negativa kostnadsaspekter på frikyla. Här är synpunkter från Per Fahlén, SP, tillika professor vid Chalmers, från en artikel i tidskriften Energi & Miljö:

”Att ta in kall uteluft för att kyla lokaler kan på det hela taget verka som en bra idé, men för att systemet ska fungera måste konstruktören och entreprenören vara uppmärksamma på att skapa så låga tryckfall som möjligt. Annars kan det bli dyrt att forsla runt luft för kylning. Även om man inte betalar för att få den låga temperaturen, kostar det drivenergi att distribuera luften i huset. Rent fysikaliskt kan ett kilo vatten transportera tusen gånger mer energi än ett kilo luft. Det som kostar drivenergi är volymflödet, som då är till luftens nackdel. Det betyder i sin tur att tryckfallen över aggregat och don måste hållas mycket låga, för att inte elåtgången ska bli större för fläktdriften än för driften av en kylmaskin för motsvarande kyleffekt. Förr i tiden hade kanaltryckfallen mycket större betydelse än de har med dagens dimensionering. Flödet måste öka då skillnaden mellan temperaturen ute och inne minskar i det fall man använder frikyla. Och ju större flöde desto mer el åtgår för fläktdriften. Rent principiellt är det så att fördubblar man luftflödet, kommer fläkteffekten att öka nästan åtta gånger. Om vi tänker oss att vi tar in nollgradig luft och kan välja mellan att distribuera ut 5-gradig och 15-gradig tilluft kan man i det första fallet nöja sig med en tredjedel av volymflödet, jämfört med om vi distribuerar 15-gradig luft. Tilluftsdon med möjlighet att tillföra lågtempererad luft utan komfortproblem har därför en avgörande betydelse för el-behovet för komfortkyla. Även om COP för en kylmaskin sjunker med sjunkande temperatur är det i det flesta fall ändå energieffektivare att sänka temperaturen istället för att öka luftflödet.”

3.6 IT och kontor

Detta område står endast för en liten del av elanvändningen på skolor, nämligen 2,4 kWh/m² per år. Det finns ändå enkla åtgärder som kan och bör göras för att spara energi här, framför allt beteendemässiga åtgärder, men även då ny utrustning ska köpas.

Energy Star är en märkning av energieffektiv kontorsutrustning som används inom EU. Märkningen ska hjälpa köparna, vanliga konsumenter, före-



tag och myndigheter, att hitta energisnåla produkter. Offentliga institutioner och myndigheter inom EU måste handla energieffektiv utrustning vid offentliga upphandlingar, enligt en ny förordning som beslutades av Europeiska Unionens råd i slutet av december 2007. Energianvändningen i den kontorsutrustning som köps in måste motsvara de krav som ställs i Energy Star, eller vara ännu energisnålare.

Energy Star är från början ett amerikanskt märkningssystem som också används inom EU, genom ett nära samarbete med amerikanska naturvårdsverket, US Environmental Protection Agency (EPA). EU-kommissionen och EPA skrev i slutet av december 2006 under ett nytt ramavtal om Energy Star. Det nya avtalet förväntas minska energianvändningen inom EU med 30 TWh under de kommande tre åren, vilket på ett ungefär motsvarar hela Ungerns årsbehov av el.

Den 20 juli 2007 trädde nya krav på datorutrustning i kraft. På Energy Stars hemsida finns också en lista på äldre apparater som inte uppfyller kraven. Nya krav på utrustning för bildbehandling (som gäller kopiatorer scanners, skrivare m.m.) gäller från den 1 april 2007.

Här är några tips för att minska elbehovet för IT och kontorsmaskiner:

- Stäng av datorn helt när du slutar använda den.
- Stäng av alla apparater när arbetsdagen är slut.
- Dra ut kontakten till laddare och adapters när de inte används. De drar el även när det inte finns något kopplat till dem.

- › Ställ in energisparfunktioner på datorerna.
- › Köp grenuttag med strömbrytare och koppla ihop dator, skärm, skrivare och eventuella andra maskiner så blir det enkelt att stänga av hela datorarbetsplatsen vid arbetets slut. Det finns även grendosor med en inbyggd funktion att stänga av allt annat då datorn stängs.
- › Köp energisnåla datorer, märkta med Energy Star eller motsvarande, när det är dags att köpa nya.
- › Installera central avstängning av datorer.

3.7 Storkök

Ett stort antal storkök i kommunala skolor är mycket gamla och energiförlus-terna från dessa är stora, ca 80–90 procent. Kyl/frys, diskmaskiner, ugnar och ventilation står för den största elanvändningen. Storkök är den tredje största el-posten i skolbyggnader, enligt Energimyndighetens projekt STIL2.

Utveckling av energisnåla ugnar, diskmaskiner, kyl/frys, kokgrytor, venti-lationssystem och annan utrustning har gått fort och det finns därmed stora energibesparingar att göra vid byte till ny utrustning. Miljöstyrningsrådet, MSR, har tagit fram kriterier som kan användas vid upphandling för att mini-mera energiförluster samt för att minska användningen av miljö- och hälso-farliga kemikalier.⁹ Kriterierna är kopplade till nyutkomna mätstandarder på området och omfattar både utrustning, projektering och entreprenad.

Investeringskostnaden för ett nytt storkök är hög. Genom att projektera och upphandla energieffektiv utrustning kan totalkostnaden hållas nere. Vid projektering är det viktigt att ta hänsyn till följande:

- › Vilket behov som finns baserat på vad som ska produceras i det aktuella köket. Storlek på t.ex. ugnar är beroende av hur många rätter som ska pro-duceras vid ett och samma tillfälle. För diskfunktionen kan det vara bättre att välja två mindre diskmaskiner än en stor.
- › För att få en energioptimerad planering av kylbehovet i köket är det viktigt att hänsyn tas till såväl belysning, värmeproduktion, ventilationsutrust-ningen, styr- och reglerfunktionerna, som placering av kyl- och frysen-heterna. Värme som alstras från kylutrustning bör såklart återvinnas till varmvatten eller till fastighetens övriga utrymmen
- › Det är också viktigt att utrustningens placering är väl genomtänkt utifrån vad som ska produceras, så att ytorna nyttjas maximalt och att inga övery-tor uppstår.

⁹ Miljöstyrningsrådets upphandlingskriterier för Storkök, www.msr.se

Kriterier för krav på energianvändning finns framtaget för diskmaskiner, ugnar, kyl/frys, kokgrytor, ventilation, spisar och övriga produkter. Det är också lämpligt att ställa krav på automatiskt viloläge för diskmaskiner, elektronisk styrning, förspolning, disk/rengöringsverktyg i kokgrytor, kärntemperaturmätare i ugn, värmeisolering, automatisk till- och franslagsautomatik. När det gäller diskmaskiner så går det åt mycket energi när vatten förbrukas. Den mesta energin används i sköljvattnet. Belysningen i ett storkök ska också vara energieffektiv och Miljöstyrningsrådet har tagit fram energikrav för belysning i storkök.

3.8 Generella åtgärder för att minska energianvändningen

För att kunna åstadkomma och bibehålla en minskning av energianvändningen är det viktigt att kunna mäta och följa upp sin energianvändning. På så sätt kan man tidigt få en indikation på vad och var något måste åtgärdas. Med ett centralt övervakningssystem med automatisk avläsning av mediamätare kan man både snabbt spåra felkällor och övervaka energianvändningen.

Mycket information om onödig energianvändning kan erhållas med en så enkel aktivitet som en nattvandring. Det kan t.ex. vara belysning, ventilation eller datorer som står på i onödan. Om utrustning är i drift trots att den har styrning kan styrutrustningen vara trasig eller fel inställd. Och finns det ingen styrutrustning kan det vara lämpligt att installera det.

Genom en mer omfattande inventering, så kallad energikartläggning, förbättras kunskapen ännu mer om byggnadens energiflöden. Användningen av el, värme, vatten och övrig energianvändning undersöks och möjliga energibesparingar kan identifieras. På Energimyndighetens hemsida finns bra hjälpmedel i form av checklistor för såväl energikartläggning som för nattvandring.

En mycket viktig framgångsfaktor i energieffektiviseringsarbetet är delaktighet av brukarna. Läs mer om detta i avsnittet 5.1.2 Brukarsamverkan.

3.9 Lokalutnyttjande

Ett ineffektivt lokalutnyttjande är inte unikt för kommunal verksamhet. Samma beteende finns inom såväl övrig offentlig sektor som inom industri- och näringsliv.

En bidragande orsak till det sammantaget låga lokalutnyttjandet inom kommunerna är att varje sektor har strävat efter egna lokaler. Tidigare har staten genom bidrag medverkat till att skapa separata lokaler för skola och barnomsorg. När kommuner slår ihop skolverksamheten med barnomsorgen till samma nämnd upptäcker man att det går utmärkt att hitta samordnade lokallösningar.

Att exempelvis kommunala skollokaler bara utnyttjas för undervisning ca 15 procent av den tillgängliga tiden beror inte i huvudsak på ett slöseri, utan på skolverksamhetens uppläggning och genomförande. Helger, skollov, friluftsdagar, skoldagens längd m.m. leder sammantaget till att klassrum står tomma 85 procent av tiden över året.

För att lokalerna ska kunna utnyttjas under en större del av dagen kan schemaläggningen anpassas så att beläggningen i varje klassrum maximeras. Eftersom varken lärare eller elever har insyn i kostnaderna för lokalerna kan det vara svårt att övertyga dem om nyttan. Med en lönesättning för lärarna som beaktar hur och när undervisningen bedrivs skulle detta kunna lösas.

På senare år har många kommunala skolor sålts till annan verksamhet, t.ex. ombyggnad till bostäder. Detta har skett i samma takt som friskolor har gjort sitt intåg på den svenska skolmarknaden. Då friskolor är en vinstdrivande verksamhet har de i mycket större utsträckning än de kommunala skolorna en god täckningsgrad i sina lokaler. De har t.ex. utnyttjat annorlunda schemaläggning för att uppnå detta. För kommunala skolor kan en överkapacitet behöva reserveras för att ge utrymme för friskoleelever att komma tillbaka till den kommunala skolverksamheten.

Ett gott exempel är Uppsala kommun. De tog 2007 fram en strategisk lokalförsörjningsplan där de formulerat följande mål:

”Att nå en balans mellan organisationens behov av och tillgång till lokaler samtidigt som den långsiktiga kommunnyttan beaktas.”

Syftet med en lokalförsörjningsplan är att ange behovet av lokaler för förskole- och skolverksamhet för de kommande åren. Utifrån dessa underlag redovisas sedan förslag på åtgärder för att anpassa lokalbeståndet till behoven av platser.

- › Genom att göra denna plan upptäckte Uppsala kommun att det fanns en överkapacitet inom skolan och en underkapacitet i förskolan. 400 förskolebarn kunde placeras i grundskolelokaler och kommunen kunde därmed undvika att bygga ett antal nya skolor i onödan. Uppsala gjorde såväl miljövinster som miljonvinster: Kostnaden för att slippa bygga nya skolor
- › Kostnaden för drift och underhåll för dessa i femtio år framöver

I projektet ARKUS (Forskning och utveckling inom arkitektur och samhällsbyggnad) finns förslag på två forskningsprojekt som kopplar till lokalutnyttjande:

1. Lokalanvändning och utnyttjande av skollokaler i realtid

Syftet är dels att vinna lärdomar som kan hjälpa oss att i olika projekt ifrågasätta och bedöma om man verkligen ska investera i byggande och drift

av lokaler som man redan på förhand kan anta att de kommer att användas minimalt. Dels att hitta system som möjliggör ytterligare besparingar och funktionsvinster genom t.ex. bokningskontroll och samordning med andra tekniska system.

Med utgångspunkt från de intressanta mätvärden som närvarostyrningen av vissa installationer givit som bieffekt och som Stadsfastigheter i Malmö tagit fram beträffande användningen av lokalerna i två Malmöskolor (en nybyggd och en ombyggd) föreslås ett projekt som belyser följande frågeställningar:

- › Hur påverkar skolans organisation och pedagogiska arbetssätt hur mycket varje enskild lokal utnyttjas?
- › Hur påverkar byggnadens utformning och lokalorganisation hur mycket varje enskild lokal utnyttjas?
- › Vilka besparingspotentialer finns i en systematisk användning av närvarostyrning av installationer och andra funktioner?

Förväntade resultat är information om hur lokalanvändning inverkar på energianvändning samt hur lokalanvändning kan effektiviseras.

2. Energibesparing och minskad miljöpåverkan genom lokalsamordning i tidiga skeden

Hypotesen bakom projektet är att frågor om hur verksamheten i skolan är organiserad torde ha avsevärd betydelse för energianvändningen. Det är befogat att anta att t.ex. ett jämnare utnyttjande av lokalerna, en genomtänkt användning av datorer och annan teknisk utrustning samt en schemaläggning som inte skapar koncentrerade passager genom skolans entréer har en positiv inverkan på denna.

Bakgrunden är att det rimligen ligger stora, ekonomiska besparingspotentialer i att minimera lokalbehovet genom att samordna lokaler mellan flera skolor och andra kommunala verksamheter. Ett intressant projekt att följa och utvärdera är ny- och ombyggnaden av tre stycken skolor i Gråbo kommundel i Lerums kommun. Äldre projekt att jämföra med är de "Skolan i centrum"-projekt som byggdes under 1950- och 1960-talen. Projektet bör belysa bl.a. följande frågeställningar:

- › Vilken areabesparing kan man göra genom profilering av olika skolenheter som samverkar.
- › Vilka verksamheter (skolverksamheter och andra kommunala verksamheter) kan med fördel samordnas lokalmässigt och tidsmässigt i samband med planering av lokalförändringar i skollokaler.
- › Konsekvenser för dimensionering av installationssystem som ska svara mot varierande användning.

- › Vilka energibesparingar och vilken minskad miljöpåverkan kan man påräkna genom att man minimerar lokalbehovet, dvs vad är varje kvadratmeter/kubikmeter som inte behöver byggas vörd ur miljösynpunkt.

Förväntade resultat är att belysa frågan om effektivt lokalutnyttjande som en miljöfråga samt belysa värdet av en systematiskt genomtänkt lokalplanering med fokus på samordning av olika kommunala verksamheter.



Upphandling

Den offentliga upphandlingen i Sverige omfattar idag ca 450 miljarder kronor per år. Läger man till den upphandling som sker inom den privata sektorn är summan uppemot tre gånger större. Genom att ställa relevanta energikrav vid alla upphandlingar kan en stor del av varors och tjänsters miljöpåverkan undvikas. Miljöstyrningsrådet tar fram kriterier för miljöanpassad upphandling, och bidrar med information och rådgivning inom området.¹⁰ Kriterierna uppdateras vid behov för att anpassas till den tekniska utvecklingen på marknaden och syftar till att göra det enklare för upphandlare att ställa miljökrav. Kriterierna syftar också till att ge vägledning till de leverantörer som svarar på anbudena, eftersom de ger information om vilka miljökrav som kan komma att ställas i större upphandlingar. Inom UFOS har riktlinjer tagits fram för bl.a. upphandling av driftentreprenader.

Nedan beskrivs olika koncept och affärsmodeller för energieffektiviseringsarbetet med fokus på paketering av åtgärder samt framgångsfaktorer vid planering och upphandling av dessa.

4.1 Energy Performance Contracting, EPC

Energy Performance Contracting (EPC) är en affärsmodell med incitament där en fastighetsägare och en totalentreprenör samarbetar för att genomföra energieffektiva åtgärder, med en angiven minsta energibesparing, i ett större fastighetsbestånd. Inledningsvis kartlägger entreprenören fastigheternas energistatus, därefter föreslås energieffektiviseringsåtgärder. Efter detta genomförs och följer entreprenören upp de åtgärder som fastighetsägaren och entreprenören har kommit överens om. Affärsmodellen ger fastighetsägaren både en värmebesparingsgaranti och en inomhuskomfortgaranti.

¹⁰ www.msr.se

En rad genomförda projekt visar att EPC-konceptet har flera fördelar. En av dessa är att totalentreprenören garanterar de kalkylerade besparingarna och att funktionskraven uppfylls. Risken för att utlovade resultat uteblir är liten eftersom entreprenören i sådana fall får betala vite. Vid större besparingar än vad som överenskommits delas vinsten ofta mellan fastighetsägaren och entreprenören. En annan fördel är att ett stort antal åtgärder i flera fastigheter kan samlas och utföras under en avgränsad tid. Det medför snabba besparingsresultat för fastighetsägaren. En tredje fördel med EPC är att åtgärder som ska utföras i flera fastigheter kan läggas samman i åtgärds paket. Det möjliggör att åtgärder som har en kort återbetalningstid med snabb avkastning kan bidra till finansiering av åtgärder med längre återbetalningstid.

EPC är ett alternativ för fastighetsägare som vill lösa de många problem som gammal och uttjänt teknik innebär. I många projekt med äldre byggnader nås en värmeanvändning efter åtgärder i nivå med Boverkets krav på nya byggnader.

Framgångsfaktorer för ett lyckat EPC-projekt

Ett EPC-projekt har till skillnad från en vanlig upphandling en lång avtalstid, ofta mellan 6 och 10 år. Det är viktigt att skapa bra avtal i EPC-projekt. Tänk på följande:

- › Förankra projektet på högsta ledningsnivå före projektstart.
- › Kontakta andra kommuner och landsting som har genomfört EPC-projekt och ta del av deras erfarenheter.
- › Utse personal inom organisationen som kan driva arbetet, både under upphandlingen och för projektet som helhet.
- › God kunskap om LOU, teknik, ekonomi och EPC som affärsmodell är centralt för att lyckas.
- › Var lyhörd för de interna önskemål som finns om hur tex. ekonomin i projektet ska beräknas.
- › Ta del av Miljöstyrningsrådets vägledning för upphandling av EPC.
- › Det finns externa konsulter som specialiserat sig på upphandling av EPC, som kan anlitas vid behov.

Läs mer om EPC i UFOS-rapporten *Energy Performance Contracting – En balansakt för besparingar med garantier*

4.2 Upphandling av driftentreprenad

Stora ekonomiska vinster finns att hämta genom att se över driften av fastigheter. Potentialen för driftoptimering är vanligen mellan 10 procent och 30

procent. Det primära syftet med energioptimering av en fastighet är att uppnå en förbättrad energiekonomi samt rätt komfort för användarna. Oavsett om arbetet ska drivas i egen regi eller läggas ut på entreprenad är det viktigt att beställaren skapar sig en bild av hur en energioptimeringsplan ska utformas och vad som krävs för att den ska vara lyckosam. Planen kan initialt delas in i tre steg:

1. Energikartläggning/deklaration

Syftet är att fastställa vilka förbättringsmöjligheter som finns i aktuell fastighet som motiverar en fördjupad undersökning. Kartläggningen underlättas av en god energistatistik. Resultatet av detta arbete ska utmynna i förslag till effektiviseringsåtgärder tillsammans med en investerings – och lönsamhetsbedömning.

2. Åtgärdsprogram

Detta steg innebär att de genomförda analyserna ska utmynna i konkreta åtgärdsprogram. Exempelvis införande av mer energieffektiva tekniska lösningar.

3. Uppföljning

Redovisning av uppföljningsprogram och mätmetodik för att säkerställa besparingsmålen.

Framgångsfaktorer vid utformning av förfrågningsunderlag vid driftentreprenadupphandling

- › Säkerställ att anges graddagskorrigerad energianvändning för de olika objekten redan i förfrågan samt att energianvändningen baseras på tillförlitlig statistik.
- › Sätt ut lägsta energieffektiviseringsmål som accepteras i förfrågningsunderlaget. Låt anbudsgivarna i sina anbud redovisa om de bedömer sig nå, överskrida eller underskrida denna nivå.
- › Använd en modell där entreprenören måste nå minst 50 procent av besparingsmålet för att incitament ska utfalla. Uppnås mellan 50 och 100 procent av besparingsmålet får entreprenören ca 25 till 50 procent av besparingen och för nivåer över besparingsmålet ca 50 till 70 procent.
- › Undvik förbehållet att beställaren själv kan genomföra föreslagna åtgärder med annan part än entreprenören och att entreprenören då endast ersätts för utredningskostnader.
- › Ett villkor för alla utbetalningar ska vara att kraven på innemiljö, temperatur m.m. ska vara uppfyllda.
- › Låt entreprenören kalkylera och presentera åtgärdsförslag som eventuellt

kräver mindre investeringar och tilläggsbeställningar. Ta inga egna kalkyl- eller utförrisker utan låt entreprenören helt ansvara för genomförandet. Villkora dock alla eventuella beställningar med rätten till fulla ekonomiska återkrav om mindre än 85 procent av den energieffektivisering som entreprenören utlovat i åtgärdsförslaget uppnås.

- › Fastställ besparingsnivå som entreprenören ska nå för enskilda fastigheter. (entreprenören ska nå vissa mål på helheten men bör också ha ett krav för varje enskild enhet)

Läs mer i UFOS-rapporten ”Energikrav vid entreprenad”.

4.3 BELOK:s Totalprojekt

Inom ramen för det så kallade Totalprojektet har Beställargruppen för Lokaler, BELOK, arbetat fram en metodik i tre steg för att visa att det i praktiken går att halvera energianvändningen i befintliga lokalbyggnader. Metodiken kan enkelt appliceras på alla byggnader.

Första steget är en kartläggning av energianvändning och effektiviseringspotential i den aktuella byggnaden. Resultatet används därefter till att ta fram åtgärdspaket. De mest lönsamma åtgärderna får bidra till att finansiera mindre lönsamma åtgärder. Åtgärdspaketet byggs upp steg för steg med åtgärder tills man når den gräns där paketet som helhet precis uppfyller den aktuella fastighetsägarens krav på lönsamhet.

Lönsamheten beräknas efter fastighetsägarens egna förutsättningar med kalkylränta och antagande om årlig energiprisökning. Därefter går man vidare till steg två och genomför de åtgärder som ingår i paketet. I det tredje steget utvärderas projektet och de uppnådda besparingarna mäts och verifieras.

Läs mer på BELOK:s hemsida www.belok.se

Finansiering av energi-effektiviseringsarbete

Kostnaderna för energi och media utgör en betydande del av de löpande fastighetsrelaterade kostnaderna. De har dessutom ökat påtagligt under en längre period. Det innebär att en bättre hushållning med fastigheternas energianvändning är nödvändig om kostnaderna ska kunna hållas tillbaka. Låga reala räntor och höjda energipriser motiverar idag mycket längre drivna energieffektiviseringsprojekt än vi tidigare varit vana vid. Genom att göra urval av åtgärder och bilda åtgärdspaket som är tillämpliga för både enskilda byggnader och hela byggnadsbestånd kan ofta besparingar om 20–40 procent uppnås vid en genomgång av vad som är lönsamt inom nio års återbetalningstid (se beräkningsexempel nedan). Driftoptimering brukar kunna ge 10–30 procent energibesparing som är återbetalt inom ett par år.

Att minska sina energikostnader genom energieffektiviseringsåtgärder leder också ofta till en prestandahöjning på fler sätt:

- › Felavhjälpande underhåll minskar, vilket minskar kostnaderna ytterligare samt bidrar till en effektivare drift
- › Ökad komfort för hyresgästerna till exempel genom stabilare inomhusklimat och bättre belysning

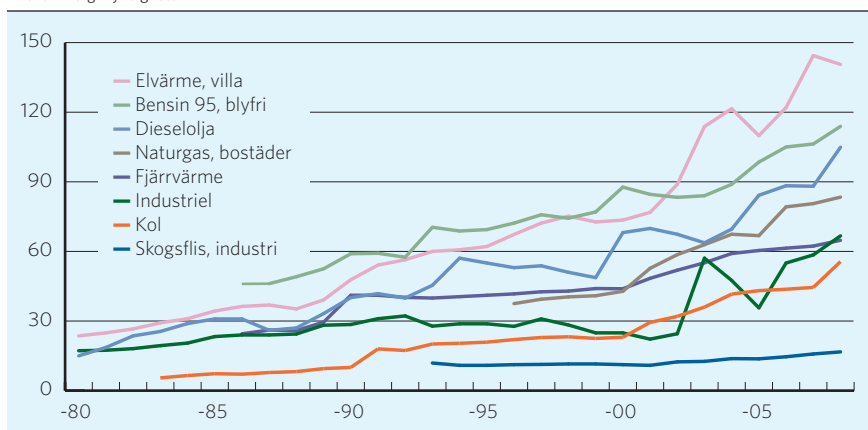
5.1 Energipris – och ränteutveckling

Sedan mitten av 1990-talet har energipriserna ökat reellt och de har ökat betydligt snabbare än konsumentprisindex (KPI). I kombination med att räntan under samma period har sjunkit har det blivit allt lönsammare att investera i energieffektiv teknik, se figur 2–4. Kort ränta är den marknadsränta som avser lån kortare än ett år. Nivån bestäms av Riksbanken genom justering av den s.k. reporäntan, dvs den ränta som marknadens banker kan

låna eller placera till i Riksbanken på sju dagar. Förändringar i reporäntan får direkt effekt på marknadsräntorna och därför kallas den ofta styrränta. Lång ränta är den marknadsränta som avser lån längre än ett år. Det som påverkar den långa räntan är korta räntan plus marknadens förväntningar på landets inflation. Om inflationen förefaller öka i framtiden stiger den långa räntan och tvärtom.

FIGUR 2: Enerprisutveckling, öre/kWh.

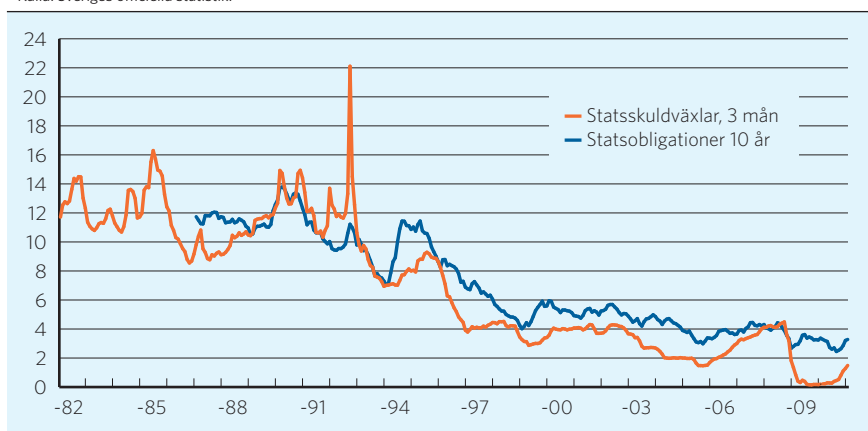
Källa: Energimyndigheten.



Hur framtida energiprisförändringar kommer att se ut är svårt att förutsäga, men få bedömare tror t.ex. att oljepriserna kommer att sjunka. Eftersom priserna för olika energislag påverkar varandra kommer sannolikt ökande oljepriser att ge ökade priser även på el, fjärrvärme och biobränsle.

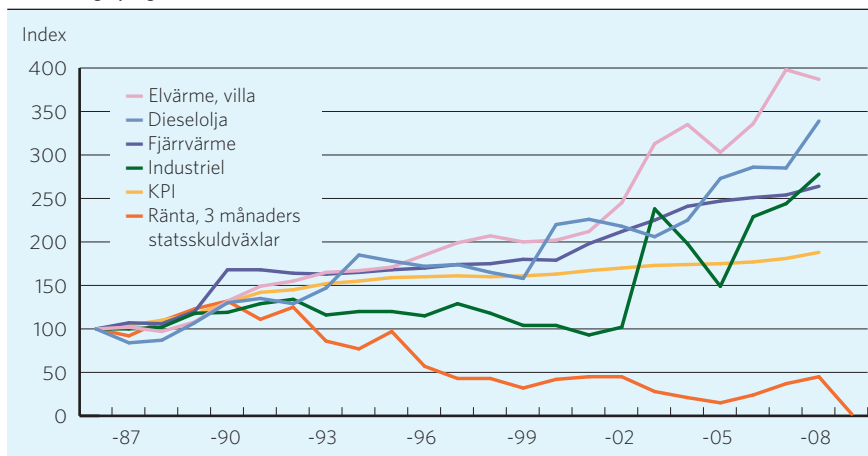
FIGUR 3: Ränteutveckling, procent.

Källa: Sveriges officiella statistik.



FIGUR 4: Enerprisutveckling jämfört med KPI och ränta.

Källor: Energimyndigheten SCB och Riksbanken.



5.2 Finansieringsform och val av beräkningsmetod

Det vanligaste sättet att finansiera energieffektiviserande åtgärder är att planera åtgärderna inom ramen för den ordinarie förvaltningsbudgeten. Resultatansvaret hamnar hos den part som ansvarar för förvaltningsbudgeten som helhet. Ett annat sätt är att det avsätts medel specifikt för ett energieffektiviseringsprojekt som hanteras av ett eget resultatområde, exempelvis som funktionsupphandling, Energy Performance Contracting, (EPC) eller Totalprojekt, se kapitel 4.

Grundläggande för att driva energieffektiviseringsprojekt och genomföra angelägna åtgärder är att kunna visa för beslutsfattarna att de totala kostnaderna minskar, bl.a. genom att visa att de verkliga energibesparingarna överensstämmer med de beräknade besparingarna. Med en kostnadsminskning menas att den ekonomiska besparingen av energiåtgärderna överstiger kapitalkostnaderna (avskrivning och ränta).

Alla kalkyler innehåller osäkerheter i de grunduppgifter som används. Det beror på att de är baserade på antaganden om framtida utveckling av bland annat räntenivåer och energipriser. Därför är det viktigt att föra en dialog med de ekonomiskt ansvariga och vara överens om att de antaganden som görs är rimliga och vilken metod för beräkning som ska användas.

5.3 Hur beräknas kostnadsminskningar?

Vid bedömning av energieffektiviserande åtgärders lönsamhet används ett antal olika metoder för att visa det ekonomiska utfallet. Metoderna baseras på allt från enkla modeller utan hänsyn till livslängder och kalkylräntor, såsom rak payoff. Mer sofistikerade metoder kan vara de som tar hänsyn till framtida kostnader för drift och underhåll, t ex nuvärdesmetod och internräntemetod. Fördelen med att använda de sistnämnda metoderna är att de både ger information om framtida kostnader för drift och underhåll och hur lång återbetalningstiden är för investeringen. Livscykelkostnads kalkyler, LCC, bygger på samma grundläggande metodik men betonar vikten av att ha ett tidsperspektiv som är kopplat till investeringens nyttjandeperiod eller livslängd. Genom att genomföra LCC-beräkningar synliggörs de vinster som energieffektiv teknik genererar, vilket ger bättre möjlighet att fatta beslut som visar positivt resultat i driftnettot.

Läs mer i UFOS-rapporterna *Räkna för livet – Handbok för livscykelkostnad (LCC)* Andra reviderade utgåvan.

Den reviderade andra utgåvan av *Räkna för livet* innehåller många praktiska exempel och intervjuer som vittnar om goda erfarenheter av LCC.

Inom ett större energieffektiviseringsprojekt bör en lönsamhetsberäkning som utgår från nuvärdesmetod eller internräntemetod göras. Projekten läggs då upp så att de ger en positiv påverkan på resultaträkningen redan år ett och har normalt en återbetalningstid på 9–10 år enligt beräkningsexemplet nedan.

Exempel

En fastighetsägare får möjligheten att investera 100 MSEK för att minska energianvändningen i sina fastigheter. De identifierade åtgärder som ska genomföras ger en minskad kostnad med 11 MSEK per år. Det ger en återbetalningstid på 8,4 år. Besparingen genereras från minskad värme-, el- och vattenanvändning, samt minskade fasta kostnader för värme- och elabonnemang. Åtgärderna paketeras enligt principen att de åtgärder som har kort återbetalningstid ger ekonomiskt utrymme för åtgärder med en längre återbetalningstid, se tabell 2. Principen kan tillämpas både för renovering av en enskild byggnad och för ett större fastighetsbestånd.

TABELL 2: Effekt när många energiåtgärder utförs samtidigt.

Källa: WSP

Fastighet (alt åtgärd)	Besparing	Investering	Återbetalningstid
Nr1	100 000 SEK	200 000 SEK	2 år
Nr2	300 000 SEK	900 000 SEK	3 år
Nr3	200 000 SEK	1 000 000 SEK	5 år
Nr4	400 000 SEK	4 000 000 SEK	10 år
Nr5	200 000 SEK	4 000 000 SEK	20 år
Ackumulerat resultat			
Nr1	100 000 SEK	200 000 SEK	2 år
Nr1+Nr2	400 000 SEK	1 100 000 SEK	2,75 år
Nr1+Nr2+Nr3	600 000 SEK	2 100 000 SEK	3,5 år
Nr1+Nr2+Nr3+Nr4	1 000 000 SEK	6 100 000 SEK	6,1 år
Nr1+Nr2+Nr3+Nr4+Nr5	1 200 000 SEK	10 100 000 SEK	8,4 år

Hur påverkar det resultaträkningen om fastighetsägaren väljer att genomföra denna investering?

En energiåtgärd (installation) med normal avskrivningstid på 15 år ger en avskrivningskostnad på 6,7 MSEK/år (100/15). Större fastighetsägare använder i dagsläget ofta en kalkylränta på 4 procent vilket ger en räntekostnad år 1 på 4 MSEK (0,04*100). Total kapitalkostnad blir då 10,7 MSEK (6,7+4).

Den årliga kostnadsminskningen var 11 MSEK och kapitalkostna-

den 10,7 MSEK, vilket ger ett positivt resultat på 300 000 SEK år 1 – investeringen går därmed att genomföra utan att resultaträkningen påverkas negativt.

Staplarna i figur 5 nedan visar de ekonomiska effekterna i kassaflödet under avskrivningstiden från och med år 1 till och med år 15. De besparingar som genereras ska vara större än kapitalkostnaderna för att projektet ska vara lönsamt, vilket är fallet i detta exempel. En summering av hela åtgärds livslängdens positiva resultatpåverkan i exemplet ger en livscykelvinst på 73 MSEK. Under avskrivningstiden tillkommer också ofta bonusbesparingar som uppstår när fastigheterna moderniseras, t.ex. att behovet av akut felavhjälpande underhåll minskar.

FIGUR 5: Resultatsammanställning för beräkningsexemplet. Resultatinverkan över tiden för en investering om 100 mkr och 11 mkr i besparing per år.

Källa: Stig Lundberg, WSP Environmental



Livscykelvinst

För att ett energiprojekt ska kunna bedömas ekonomiskt måste energianvändning och kostnader för denna fastställas *före* och *efter* genomförda åtgärder. Energistatistik som är graddagskorrigerad är därför viktig. Vid EPC-projekt kräver ofta entreprenören energistatistik för 24 månader för att kunna fastställa en baslinje för energianvändningen vid projektstart. Detta är en viktig utgångspunkt också då projekten drivs i egen regi. Alla fastighetsägare har inte tillgång till fullständig energistatistik bakåt i tiden, då kan energifakturor användas som kompletterande underlag. För att förbättra hantering av energistatistik är det bra att använda standardiserade fastighetssystem.

Fastighetssystemen kan också användas för att följa upp verksamhetsförändringar som påverkar energianvändningen. Därutöver är god kommunikation mellan förvaltare, ingenjörer/driftekniker, projektledare och verksamheterna ovärderligt för att utbyta kunskap om både tekniska förändringar som kan påverka inomhusmiljön och verksamhetsförändringar som kan påverka energianvändningen.

Hyresavtal och brukarsamverkan

I de flesta kommuner tillämpas internhyra för skolor och förskolor. Det ger å ena sidan incitament för båda parter att energieffektivisera, men kräver å andra sidan både engagemang och kunskap för att arbetet ska bli framgångsrikt. Internhyra infördes i kommunerna i början av 1990-talet i syfte att öka kostnadsmedvetandet hos de förvaltningar som nyttjar lokalerna och därigenom åstadkomma minskade lokalkostnader och frigöra resurser för själva verksamheten. Andra viktiga villkor för att uppnå koncernnytta är att fastighetsorganisationen (hyresvärden) ska leva på interna intäkter och att internhyran ska:

- › Sätta press på fastighetsorganisationen att effektivisera
- › Ge nyttjarna incitament att hushålla med värme, el och vatten
- › Vara jämförbar med marknadens hyresnivåer
- › Vara en del av beslutsunderlaget vid nyinvesteringar
- › Spegla kommunens kapital bundet i fastigheter

Internhyran beräknas enligt självkostnadsprincipen. För kapitalkostnaden tillämpas oftast kommunernas ekonomistyrningsregler, dvs rak lika stor amortering eller avskrivning varje år. Det innebär att kapitalkostnaden utgör en större andel av hyreskostnaden i början och att hyran därefter successivt sjunker. Hyran är alltså högre för nyare lokaler än för äldre. Kapitalkostnaden (ränta och amortering) påverkas dessutom av eventuella förändringar av internräntan.

Underhållskostnaderna (för såväl planerat som akut underhåll) är ofta schablonmässigt beräknade till samma belopp per kvadratmeter för alla fastigheter, oavsett när och i vilken omfattning de verkliga underhållsåtgärderna

görs. Alternativt kan underhållskostnaderna beräknas utifrån byggnadens förutsättningar och faktiska behov.

Driftskostnader för värme och vatten utgår i många fall från de faktiska kostnaderna för respektive skola och ingår i hyran. Men det förekommer också ofta att även dessa kostnader är schablonmässigt beräknade till samma belopp per kvadratmeter för alla fastigheter oavsett byggnadens energiprestanda. Däremot betalas verksamhetsel vanligen av hyresgästerna.

Schabloner kan för en medveten hyresgäst uppfattas som orättvist. Om hyresgästerna vidtar åtgärder som påverkar energianvändningen positivt och det inte syns på hyresavin i form av lägre kostnad minskar deras intresse för energihushållning. Ett exempel på hur hyresgästerna kan bidra till effektivare energianvändning är att de är nogga med att rapportera sina verksamhetstider så att drifttiden för ventilation och belysning kan anpassas efter behovet.

6.1 Incitament för energieffektivisering vid internhyra

För att nå goda energieffektiviseringsresultat krävs både att energianvändningen synliggörs för hyresgästen och att det finns ett koncerntänk för att det ska vara intressant för fastighetsägarna att investera i energieffektiviseringsåtgärder som de normalt inte tjänar på att investera i, t.ex. energieffektiv belysning.

Om verksamhetsutövarna betalar för driftel och verksamhetsel har de incitament att minska elanvändningen och därmed minska sina kostnader. De kan t.ex. rapportera öppettider, vilket ger fastighetsägaren möjlighet att anpassa drifttiden för ventilation, men även värme utifrån dessa. Skolorna kan också påverka elanvändning för belysning och kontorsutrustning genom inköp (t.ex. kontorsutrustning) och ändrat beteende.

Fastighetsägaren betalar vanligen för värme och varmvatten och har därmed incitament att genomföra sådana energieffektiviseringsåtgärder som kan minska energianvändningen för dessa. Det inkluderar även investering för ventilation med värmeväxling eftersom återvinning av värme är intressant för denna. Om fastighetsägaren genomför energieffektiviseringsåtgärder som leder till minskade värmekostnader kan det ge utrymme för en sänkning av schablonkostnaden för värme. I de fall åtgärderna leder till en reduktion av elanvändningen, genom behovsanpassning av ventilationen kommer en viss del av besparingen att komma hyresgästen tillgodo direkt i de fall skolan eller förskolan betalar för driftel och verksamhetsel. I sådana fall kan fastighetsägaren anse det vara motiverat att hyran höjs med motsvarande belopp. Det kan med andra ord uppstå målkonflikter om det inte är tydligt vad som åligger respektive part att göra. Det finns en risk att inga åtgärder genomförs om engagemang, kunskap och medel för finansiering saknas.

6.1.1 Gränsdragningslista mellan hyresgäst och fastighetsägare vid internhyra

För att tydliggöra vad som åligger fastighetsägare respektive vad som ingår i hyran finns en gränsdragningslista som anger vad som ingår i fastigheten (hyran) och vad som är att betrakta som inredning/utrustning. Därutöver brukar också finnas en lokalgrupp där denna typ av frågor tas upp.



Exempel på gränsdragningslista från Sisab.

6.1.2 Brukarsamverkan

Arbeta tillsammans med hyresgästerna. För att få till stånd en verkligt effektiv energianvändning krävs god kommunikation mellan fastighetsägare och brukare. Förutom att det är en väg till hållbarare energianvändning leder det också till nöjdare kunder. Som tidigare har nämnts används en betydande del av energin i skolor och förskolor av verksamhetsel, dvs belysning, datorer med mera. Hur stor användningen av verksamhetsel är påverkar även fastighetselen. Till exempel kan energieffektiv belysning leda till lägre behov av ventilationsflöden. Att ta tillvara de ”gröna värdena” i fastighetsdriften kan också vara en viktig del i skolans pedagogiska verksamhet.

En god kommunikation är avgörande för att få till stånd en klimatsmart brukarsamverkan. För att nå en effektiv energianvändning måste brukarna känna delaktighet i energiarbetet. Att lyckas med kommunikation handlar i grunden om att besvara fem frågor:

- › Varför ska vi kommunicera? Vilket är syftet? Vad är målet för våra ansträngningar?
- › Vilka är våra målgrupper? Vilka är de primära målgrupperna och vilka är de sekundära och mindre viktiga målgrupperna?
- › Vad ska vi kommunicera? Här krävs en behovsanalys för respektive målgrupp: Vad kännetecknar de olika målgrupperna, t ex i form av kunskapsnivå och inställning till energieffektivisering? Vilka incitament och motiv krävs för att få till stånd en förändring?
- › Hur ska vi kommunicera? Valet av kanaler och verktyg avgörs utifrån respektive målgrupps behov. Ibland kan det räcka med informationsinsatser och ibland krävs det djupare utbildningsinsatser för att nå målet.
- › När i tiden ska vi lägga våra insatser?

Några rekommendationer är att:

- › Förbättra dialogen med brukarna. Behovet av kommunikation varierar, men en bättre kommunikation ger en tydligare bild av brukarnas behov. Därmed kan driften av byggnaderna också anpassas bättre.
- › Följ upp och kommunicera energianvändningen till brukarna.
- › Informera hyresgästerna om effektiviseringsmöjligheter: Tänk på att energianvändning är en dold egenskap. Skolorna och förskolorna kan använda ert underlag i sin undervisning, och därmed skapa en ännu större förståelse för energianvändningen. Energimyndighetens resultat från STIL2-studien om energianvändning i lokaler kan användas som kunskapsunderlag.
- › Arbeta med en helhetssyn och hjälp brukarna att förstå hur saker hänger ihop. Energieffektiv belysning och energieffektiva datorer och andra kontorsapparater minskar ventilationsbehovet samtidigt som det kan bidra till ett bättre inomhusklimat.

Goda exempel

7.1 Örebro sparar 14 miljoner kronor per år



Arne Hermansson, projektansvarig på Kommunfastigheter Örebro.

Örebro kommun sparar 14 miljoner kronor per år genom sitt energitjänstprojekt. Kostnaderna har minskat med ca 26 procent. Pengarna som frigörs används bland annat till förbättrat fastighetsunderhåll. Andra positiva resultat som uppnåtts är ökad kompetens hos driftpersonalen vid Kommunfastigheter och minskade CO₂-utsläpp som motsvarar 1,5 gånger av de samlade utsläppen från kommunens samlade transporter i Örebro under ett år.

– Vi har dessutom fått ett roligare arbete och är stolta över de resultat vi åstadkommit, säger Arne Hermansson, projektansvarig på Kommunfastigheter.

De förvaltar ungefär 630 000 m² lokalarea med skolor, kontor, idrottsanläggningar m.m. Skolorna utgör ca 85 % av fastighetsbeståndet. Tillsammans med Schneider Electric (f.d. TAC) genomför de ett EPC-projekt för sina verksamhetslokaler. Projektet startade år 2005 och ska vara fullt genomfört under år 2010 med garantiuppföljning tom. 2014.

I dagsläget har ett omfattande åtgärdspaket genomförts i 97 fastigheter med omkring 400 byggnader, med sammanlagt 420 000 m² area inom etapp ett och två. De byggnadskategorier som berörs är skolor och förskolor, idrottsanläggningar, badhus, vårdboende, kulturbyggnader samt kontors- och förvaltningsbyggnader. Av de åtgärdade fastigheterna utgör skolor 85 procent.

– Genom denna storsatsning tar Örebro tätén bland Sveriges kommuner i fråga om energibesparing på fastighetsområdet. Kommunen kommer dessutom i princip helt att avveckla oljeanvändningen och samtidigt uppfylla samtliga idag kända framtida utsläppskrav inom EU, säger Arne Hermansson, projektansvarig vid Kommunfastigheter Örebro.

Projektet har en budget på 182 miljoner kronor och är därmed ett av de största energitjänstprojekten i Sverige. För etapp ett och två satsar kommunen totalt 125 miljoner kronor och har därutöver fått statliga bidrag för energiinvesteringar i offentliga lokaler på 32 miljoner, summa 157 miljoner kronor. Under år 2010 genomförs etapp tre som omfattar 37 fastigheter, för ca 80 byggnader med en sammanlagd byggnadsarea på 76 000 m². Här satsar kommunen ytterligare 25 miljoner kronor.

Hur initierades projektet?

– Via fastighetschefen som såg problemet med ökning av det felavhjälpande underhållet och stora ökningar av energikostnaderna. Tillsammans med Schneider Electric, tidigare TAC, genomfördes en förstudie som visade på en besparingspotential på ca 20 procent vilket presenterades för politiker och chefstjänstemän. Studiebesök arrangerades där politiker och tjänstemän fick möjlighet att träffa kommuner som genomfört EPC-projekt och där initierade personer berättade om sina erfarenheter och uppnådda resultat.

– Förrankringsprocessen har varit mycket viktig för projektet och studiebesöken har varit en framgångsfaktor i det sammanhanget. Den garanterade besparingen bidrog också starkt till att ge projektet extra skjuts. Ekonomerna kom tidigt in i projektet och rekommenderade att lönsamhetsberäkningar skulle göras enligt nuvärdesmetoden, med 5 procent internränta, 15 års avskrivningstid och att energiprisökning inte skulle tas med i beräkningarna. Den landar som extra bonus i projektet. Ekonomerna ställde krav på positivt resultat i balansräkningen från första året, och det nåddes. Investeringarna ansågs vara så lönsamma att de lades vid sidan av den ordinarie investeringsbudgeten. Det har rätt stor enighet hos politikerna och tjänstemännen. Alla har varit positiva, säger Arne Hermansson.

En annan viktig del i att projektet landat på ett bra sätt i organisationen är att Kommunfastigheter öppet har redovisat projektets mål, vad som kan uppnås och hur arbetet ska gå tillväga. Alla berörda har från projektets början fått löpande information om projektstatus och uppnådda resultat med avse-



Lundbyskolan i Örebro. Källa: Kommunfastigheter, Örebro.

ende på lönsamhet i etapp ett och två. Detta har gett positiva effekter på etapp tre där investeringen klubbades direkt i budgetberedningen, utan att särskilt beslut togs i kommunfullmäktige. Politikerna får information om de ekonomiska resultaten via delårsrapporterna. I dessa rapporter beskrivs också hur projektet ligger till, vad som har genomförts och vilka resultat som har uppnått. Ingen information till hyresgästerna sker idag, men står på att-göra-listan, säger Arne.

Kontroll av att upphandlingskrav genomförs i produktionen

Det är viktigt att tänka igenom hur man är bemannad på beställarsidan. Kommunfastigheter i Örebro har haft en halvtidsanställd driftansvarig, en informatör på 25 procent, en tekniker på halvtid och en heltidsanställd projektledare, dvs sammantaget 2,25 heltidstjänster. Dessutom har driftteknikerna fått en ökad arbetsbelastning, dels vid analysfasen då de visat runt i fastigheterna och dels vid optimeringsarbetet då de samarbetat med entreprenörens optimeringsarbete.

- Underskatta inte den motprestation som krävs gentemot entreprenören för att projektet ska bli lyckosamt. Vi hade delvis hjälp vid upphandling med framtagande och utvärdering av anbud. Om projektet skulle göras om hade vi tagit mer hjälp vid upphandlingen. Det är viktigt att ställa rätt krav och att de kan utvärderas och att de sedan följs upp, säger Arne Hermansson.

Angelägna åtgärder som genomförts

På värmesidan har utbyte av direktverkande el och fossila bränslen mot fjärrvärme, värmepumpar och ökad andel bibränslen varit centralt. På installationssidan har uppgradering av ventilationsanläggningar, både enskilda komponenter och hela anläggningar, inklusive kanalsystem, utgjort en stor del i projektet. Satsning har också gjorts på injustering av drifttider och temperaturer, styrinstallationer samt uppkoppling till ett överordnat drift och övervakningssystem för bland annat pumpar och fläktar. Därutöver har byte av belysningsarmaturer, styrning av armaturer och vattenbesparande åtgärder genomförts. I tredje etappen har också klimatskalsåtgärder som tilläggsisolering av vindsbjälklag och vissa fönsterbyten (där det var dags för byte) inkluderats för alla byggnader som omfattas av projektet.

Hur följs energiåtgärderna upp?

Schneider Electric krävde energistatistik 24 månader bakåt i tiden för att skapa en rättvisande kurva för uppföljning. Kommunfastigheter hade relativt bra energistatistik vid projektstart, och där statistik inte fanns användes fakturor som underlag. De använder Vitecs fastighetssystem för löpande uppföljning av energianvändningen. Örebro lämnar energistatistik vidare till Schneider Electric som gör beräkningar och analys. Underlaget redovisas och stäms sedan av med Kommunfastigheter. Resultaten syns tydligt både genom att kostnaderna för energi och vatten har blivit lägre samt att kostnader för felavhjälpande underhållsåtgärder inte stiger lika mycket som tidigare.



Teknikutrymme vid Lundbyskolan. Källa: Kommunfastigheter, Örebro.

Energieffektiviseringsarbetet bygger på ett ömsesidigt förtroende. Kommunfastigheter har kvartalsvisa garanti- och prestandamöten med entreprenören där statusen i fastigheterna går igenom och regleringar görs vid eventuella avvikelser. Från Kommunfastigheter deltar projektansvarig för EPC-projektet, driftchef, energiingenjör, förvaltare och en drifttekniker. Från Schneider Electric deltar energicontrollerer samt ansvarig för prestanda och garantier. Avvikelser utreds om de är tekniska eller verksamhetsbetingade. Bra system för verksamhetsförändringar viktigt för att se sådana. Kommunikation mellan förvaltare ingenjörer m.fl. viktigt för att få information om ombyggnationer sker som påverkar energianvändningen. Kommunfastigheter bevakar att de får nytta av de egna åtgärder somna genomförs som påverkar energianvändningen positivt.

Förändrad syn på energieffektivisering i den egna organisationen

- Energitjänstprojektet har satt fart på energitänket i vår organisation och det är lättare att få gehör för nya projekt. Schneider Electrics helhetssyn på fastighetsutveckling kopplat till ett garantiåtagande, gör det lätt för politiker och andra beslutsfattare inom fastighetsbranschen att ta ett samlat grepp på en stor del av energi- och miljöfrågan.

- Projektet har också inneburit ett kunskapslyft. Från år 2006 till nu har vi genomfört omkring 300 utbildningsdagar fördelat på olika kategorier av anställda där driftteknikerna fått den övervägande delen. Det är viktigt att vi kan hantera och optimera den nya teknik som installerats. Dessutom har vi numera kontinuerlig bevakning av systemen. Om ett fel uppstår kan vi åtgärda det på en gång. Tidigare kunde det dröja en månad innan vi upptäckte ett fel, och det var först när vi kunde fingranska el- och värmeräkningarna som vi kunde se att allt inte stod rätt till. Vi har fått ett roligare arbete och vi är stolta över de resultat vi åstadkommit. Den nya kunskapen ger också en ökad motivation i arbetet vilket är oerhört viktigt för att vi framöver ska hålla energianvändningen på den nivå som uppnåtts, säger Arne Hermansson på Kommunfastigheter Örebro.

7.2 SISAB – Skolor i Stockholm AB



Thomas Bäcklin, energicontroller vid Skolor i Stockholm AB.

Det är en stor utmaning att hitta smarta, energieffektiva lösningar och samtidigt kunna erbjuda en god arbetsmiljö i skolorna. Men det är en utmaning SISAB gärna tar sig an.

– Vi arbetar både med utvecklingsprojekt och med långsiktig och strategiskt arbete, säger Thomas Bäcklin, energicontroller vid SISAB.

– Inför 2011 ska vi revidera vår energistrategi. Vi har beslutat om att minska energianvändningen för fjärrvärme med 27 procent, till år 2020 jämfört med 2009, från 163 kWh per m² och år till 120 kWh per m² och år.

Skolfastigheter i Stockholm AB, SISAB, är ett kommunalt bolag som äger och förvaltar merparten av Stockholms förskolor, grundskolor och gymnasieskolor. Målsättningen är att erbjuda sunda, trevliga och ändamålsenliga utbildningsmiljöer i 590 förskolor, grundskolor och gymnasier i Stockholm, från Kista i norr till Farsta i söder. Totalt äger och förvaltar SISAB 1,7 miljoner m², där mer än hundratusen människor vistas dagligen.

SISAB driver ett antal utvecklingsprojekt för att hitta miljösmarta och ekonomiska åtgärder för hyresgästerna. De samarbetar med Stockholm stad bland annat i ett demonstrationsprojekt för solceller i ett tiotal förskolor och skolor i Älvsjö. Solenergin ska bidra till byggnadernas elförsörjning, de fyller också en pedagogisk funktion för de elever som går i de aktuella förskolorna och skolorna. I en skola i Kista har SISAB, i samarbete med skolan och stadens Energicentrum, installerat en demonstrationsanläggning för lysdioder, LED-belysning.

– Vi är bland de första i Europa som testar den tekniken i skolmiljö, berättar Thomas Bäcklin. Försöket görs som en del av ett större projekt i Stockholm, där flera kommunala fastighetsägare installerar lysdiodteknik.

SISAB hjälper även sina hyresgäster att se över sin energistatistik och jäm-

föra den med andra skolor, för att se hur man kan effektivisera energianvändningen.

– Alla kan bidra, bara man är medveten, säger Thomas Bäcklin. Som elev eller lärare kan man börja med enkla saker som att komma ihåg att släcka lampan när man går ut ur ett rum. Medvetenhet som leder till handling syns i slutändan i den ekonomiska resultatredovisningen och gör sitt för miljön.

El-smart Bromma

Ett exempel på samverkan med hyresgästerna är projektet El-smart. Under år 2009 utvecklade Bromma stadsdelsförvaltning, på uppdrag av Energicentrum i Stockholms stad, en arbetsmodell för el-smart verksamhet i stadsdelens förskolor. Arbetsmodellen utgår från den utrustning och de funktioner i verksamheten som använder el samt de kunskaper och beteenden, som påverkar hur mycket el som används.

Ringen är en av de förskolor som ingick i projektet. Den ligger i en elvärmd enplans träbyggnad från år 1984, och har två avdelningar. Under åren 2007 och 2008 ökade elanvändningen med över 10 procent per år och under våren 2009 låg användningen på ca 320 kWh/m² och år. Ett nationellt riktvärde för förskolor med elvärme ligger på ca 220 kWh/m².

Inom ramen för projektet projekt El-smart Bromma 2009 inventerades förskolan Ringen med avseende på alla enskilda apparater och installationer som använder el (antal, effekt, ålder, effektivitet, driftstider etc). Inventeringen visade bland annat på gamla vitvaror, många apparater och mycket belysning som stod på utan att det behövdes och ventilation som var i drift under långa perioder när ingen verksamhet pågick.

Personalen svarade i en enkät i februari 2009 att de såg elanvändningen på förskolan som en ganska viktig fråga (fyra på en femgradig skala), och att det inte är enkelt att minska elanvändningen på förskolan (tvåa på en femgradig skala). De svarade även att de saknar rutiner för effektiv elanvändning (tvåa på en femgradig skala). Tillsammans med personal, förskolechef och SISAB planerades och genomfördes åtgärder för att utveckla eleffektivt beteende, optimerad drift samt att förbättra den tekniska standarden på apparater och installationer.

Ett eleffektivt beteende utvecklades genom utbildningar och information av personalen samt genom att ge dem stöd att ta fram rutiner för eleffektiv användning av vitvaror, belysning, ventilation och värme. Förskolan fick även enkla hjälpmedel som inomhustermometrar, grenkontakter, timers och enkla elmätare. Driften optimerades genom att bland annat justera ventilationens tidur och värmeåtervinning, justera elradiatorerna samt att installera närvarostyrning för belysning i kök och personalutrymme. Den tekniska standarden förbättrades genom att byta ut upp till 20 år gamla kyl-, frys- och

torkskåp mot nya eleffektiv utrustning, att byta ut gamla lysrör mot nya effektiva samt att byta ut glödlampor mot LED-lampor. Totalt investerade projekt El-smart Bromma ca 95 000 SEK i förskolan Ringen. Elanvändningen minskade med ca 37 procent vid en jämförelse mellan september–december 2008 och samma period 2009. En enkät för uppföljning visade att personalen i november 2009 ansåg det enkelt att minska elanvändningen på förskolan (fem på en femgradig skala) och att de i högre grad hade rutiner för effektiv elanvändning (fyra på en femgradig skala). Kunskaperna om kopplingen mellan elanvändning och miljö respektive ekonomi hade även ökat (från fyra till fem på en femgradig skala). Arbetsmiljön hade förbättrats genom effektiva och mer lättanvända vitvaror och bättre belysning. Om denna modell skulle tillämpas hos alla förvaltningar som är hyresgäster skulle staden spara cirka 32 miljoner kronor per år i minskade driftskostnader.

Energieffektiviseringsarbete är en långsiktig process

Inför år 2011 ska SISAB revidera den energistrategi de antog år 2008. I den reviderade strategin kommer en plan att tas fram som sträcker sig till år 2020. SISAB har beslutat att minska energianvändningen med 27 procent, från 163 kWh per m² och år 2009 till 120 kWh per m² och år 2020.

SISAB deltar aktivt i Energimyndighetens beställargrupp för lokaler, BE-LOK. De deltar bl.a. i nätverkets Totalprojekt. De har nyligen genomfört en rad studier, bland annat med syfte att klarlägga en lämplig ambitionsnivå för energieffektivt byggande. Arbetet omfattar både tekniska och ekonomiska analyser enligt BELOK:s totalkoncept och har landat i nya, omarbetade projekteringsanvisningar. Studiernas grundläggande utgångspunkter var:

- › Krav på inomhusklimatet enligt gällande normer med hänsyn till SISABs hyresgästers behov och önskemål.
- › Energikrav enligt myndigheter och nuvarande anvisningar och riktlinjer.
- › Alternativa tekniska lösningars konsekvenser för energianvändning, komplexitet, funktionssäkerhet och totalkostnad.

– Med studiernas resultat som grund tog SISABs ledning beslut att ställa energikrav motsvarande 60 kWh/m²,år (ventilation x 2,5 för skolor enligt BBR) vid nyproduktion. En viktig del är krav på täthetsprovning, vilket pressar fram en bättre energiprestanda, säger Thomas Bäcklin.

För ombyggnad ställs inga krav på maximal energianvändning. Istället ställs krav på maximal el- och värmeeffekt och krav på U-värden för en rad konstruktionsdelar, genomsläpplighet av solstrålning, luftläckage och specifik fläkteffekt, SPF.

– Utöver högre energikrav har också beslutats om en mycket tydligare styrning vid nyproduktion och större ombyggnader, tex. ombyggnad av en

förskola eller en huskropp i en större skola. Det innebär bland annat att projektledaren utser en energisamordnare som ansvarar för att samla in och sammanställa de tekniska krav som krävs. Energisamordnaren ansvarar också för uppföljning av energianvändning/mätning och utvärdering av att ställda krav har nåtts. Entreprenörens egenkontroll ska garantera att energikraven säkerställs i produktionsfasen, bland annat genom täthetsprovning och termografering. Kraven gäller från hösten 2010 (www.sisab.se).

Förändrad syn på energieffektivisering i den egna organisationen

SISAB har god kontroll på sin värmestatistik och har via energideklarationerna fått ännu bättre kunskap om elanvändningen i sitt byggnadsbestånd. Under de senaste åren har energin lyfts högre på agendan och fått en mycket högre prioritet, säger Thomas Bäcklin. En energigrupp som leds av SISABs vice VD har tillsatts av ledningen, vilket visar att frågan har tyngd. Rutiner och beslutsprocesser har skapats för genomförande av energieffektiviseringsåtgärder, där exempelvis strängare krav i projekteringsanvisningarna är en viktig hörnsten. Intresset för vad andra företag/organisationer gör inom energieffektiviseringsområdet har också ökat och utbildning via studiebesök till sådana har arrangerats ett antal ggr för nyckelpersoner inom SISAB.

Styrteknik för belysning minskar elanvändningen med minst 70 procent

Inför SISABs revidering av projekteringsanvisningar har de genomfört mätningar av elanvändningen för belysning i två skolor. Slutsatsen är att det finns stora besparingar att göra med dagsljusstyrning och automatisk släckning. Mellan 70 och 85 procents besparing kan uppnås, men det kräver god planering, dialog med hyresgästerna och noggranna krav.

Nytorpsskolan – Totalprojekt enligt BELOK:s koncept

En förstudie har genomförts för att kartlägga förutsättningarna avseende energi- och inneklimattekniska lösningar inför en planerad renovering av Nytorpsskolan och peka på ytterligare energieffektiviserande åtgärder som lönsamhetsberäknats enligt BELOK:s totalkoncept. Merkostnader för genomförande av energieffektiviseringsåtgärder har även beräknats. Resultatet visar att om samtliga åtgärder som föreslås i tabell 3 genomförs skulle driftkostnaderna minska med 586 000 SEK per år.

TABELL 3: Sammanfattning av beräknade besparingar.

Åtgärd	Värme MWh/år	Värme kSEK/år	El MWh/år	El kSEK/år	Summa kSEK/år
0 Energisparåtgärder vid renoveringsombyggnaden	691	449	-30	-30	419
1 Behovsstyrning ventilation	27	17	29	29	46
2 Behovsstyrning belysning	-15	-10	20	20	10
3 Injustering radiatorer	49	32	0	0	32
4 Vindar, ytterligare isolering	9	6	0	0	6
5 Byte av fönster mot söder	137	89	0	0	89
6 Källarväggar utv. isolering	28	18	0	0	18
0-6 Efter alla åtgärder Jämfört med bef. byggnader					586

Beslut om omfattning av åtgärder och genomförande av projektet avses fattas under år 2010.

7.3 Umeå kommun minskar kostnaderna för energi



Krister Johansson, projektansvarig inom Fastighet & Teknik vid Umeå kommun Fastighet.

Umeå kommun Fastighet energieffektiviserar 425 000 m² lokalyta i sina fastigheter med målet att spara minst 20 procent energi.

– Besparingen är garanterad av entreprenören och sänker våra driftkostnader med 12–13 miljoner kronor per år. Dessutom minskas våra koldioxidutsläpp med 5800 ton/år, vilket motsvarar 2 000 normala bilar utsläpp per år, säger Krister Johansson, Fastighet & Teknik, som är projektansvarig.

Umeå kommun Fastighet förvaltar totalt ca: 900 000 m² lokaler varav 150 000 m² hyrs. Energisparprojektet omfattar 425 000 m² i 133 fastigheter och idag ett av Nordens största EPC-projekt. Projektet omfattar mer än 80 skolor



Spiltans förskola. Källa: Umeå kommun.

och förskolor, äldreboenden, idrottshallar, kulturfastigheter och kontor totalt ca 400 byggnader. Arbete pågår samtidigt med att utöka omfattningen på projektet för att ytterligare minska våra framtida energikostnader.

Projektet drivs som ett EPC-projekt och kommunen har upphandlat Siemens Building Automation för genomförandet. I projektet undersöks och förbättras alla system som använder energi, t.ex. värme, ventilation, vatten, el och klimatskal samt dess stödsystem.

- När projektet är genomfört finns ett modernt styr-, regler- och mätsystem utbyggt och vår driftpersonal har genomgått en gedigen utbildning i handhavande och metodik för att förbättra anläggningarna i egen regi, säger Krister Johansson.

Ekonomi och resultat

Kommunen investerar 140–150 miljoner kronor i åtgärder som är ekonomiskt lönsamma och som leder till en stor minskning av miljöpåverkan. Projektet är resultatpositivt, vilket innebär att besparingen från första året kommer att vara större än avskrivningskostnader och räntor. Entreprenören står för den ekonomiska risken om funktionen inte upprätthålls till den energinivå entreprenören räknat fram. Underprestation regleras ekonomiskt till den garanterade nivån. Vid överprestation, dvs om besparingen blir större än den kalkylerade, finns en morot för entreprenören att jobba långsiktigt till kommunens fördel. Kommunen och Siemens Building Automation kommer då att dela besparingarna upp till en viss nivå. Detta sporrar heltäckande projektorganisationen att göra bättre ifrån sig i allt från produktval till utförande.

Energibesparingen är garanterad till 17 procent och vattenbesparingen till 14 procent. De byggnader med bäst ekonomiskt resultat genererar ett positivt resultat som bidrar till de åtgärder som är mindre lönsamma. Umeå kommun valde tidigt att jobba med avskrivningstider istället för raka Pay-off-tider, vilket har renderat i en bättre spridning av åtgärder och ett större helhetsgrepp över fastigheterna. Den ekonomiska resultatkurvan visar ett positivt resultat från det första året. Återbetalningstiden för investeringarna är 8–9 år om man vill jämföra mot andra liknande projekt. Avkastning på investerat kapital är ca 9 procent och den viktade avskrivningstiden är 18 år.

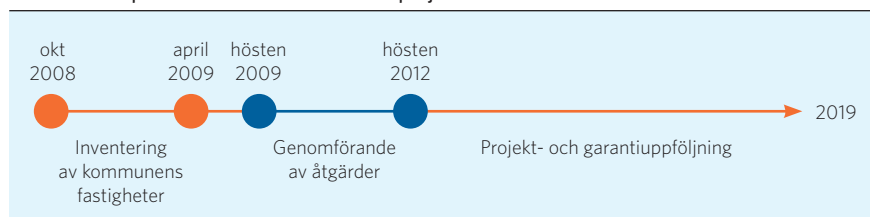
Tidplan för projektet

Projektet initierades under 2008 med en förstudie, förankring i organisationen, framtagande av upphandlingsunderlag och upphandling av entreprenör. Energikartläggningen med åtgärdsförslag, besparing och resultat för alla fastigheter var klar maj 2009.

Genomförandet av åtgärder samt utbildning av hela driftorganisationen beräknas pågå i två och ett halvt år med start augusti 2009. Genomförandet är uppdelat i tre pooler där åtgärder i pool ett är de mest lönsamma.

Sista delen är en "projekt- och garantiuppföljningsfas" som inleds när respektive pool avslutas. Den beräknas pågå i minst tre år och som längst i åtta år. Entreprenören tillsammans med kommunens driftpersonal kommer att jobba kontinuerligt med driftoptimering och analys av problem och möjligheter.

FIGUR 6: Tidsplan för Umeå kommuns EPC-projekt.



Åtgärder i fastigheterna

Åtgärder täcker allt från förbättrade klimatskal till injustering av värme- och ventilationssystem. I vissa byggnader blir det stora åtgärds paket och i andra betydligt mindre. Exempel på åtgärder:

Värme

- › Injustering av värmesystem samt utbyte av termostatventiler
- › Utbyte av pumpar i värmecentraler till frekvensstyrda (behovsstyrda)
- › Konverteringar – Olja och el till fjärrvärme, pellets eller värmepump

Kyla

- › Komplettering med återvinning
- › Samstyrning med värme och ventilationssystem
- › Solavskärmning
- › Behovsstyrning

El

- › Pumpstopp så att de inte går när de inte behövs
- › Elektronisk styrning av direktverkande eluppvärmning
- › Belysningsstyrningar

Styr och Övervakning

- › Byte och komplettering av styr och regler utrustning
- › Energidata insamlingar
- › Fjärrstyrning av anläggningar
- › Injustering och driftoptimering

Vatten

- › Snålspolande toaletter där det fungerar.
- › Snålspolande duschmunstycken

Klimatskal

- › Tilläggsisolering, framför allt vindar
- › Tätningar av fönster och dörrar
- › Fönsterbyten eller renovering

Ventilation

- › Nya aggregat med återvinning
- › Modernisering av befintligt aggregat byte till EC-fläktar
- › Zonspjäll för bättre styrning
- › CO₂/närvarostyrning (behovsanpassad)
- › Samverkan mellan olika system
- › Dimensionera om system

Hur följs energiåtgärderna upp?

Uppföljning per projektpool köps inledningsvis för tre år därefter ett år i taget, och som längst åtta år. Umeå kommun använder energistatistikprogrammet ESS200 för uppföljning av kallvatten, värme och el. Mätare finns installerad i varje fastighet och undermätare finns i vissa byggnader. Statistiken överlämnas till Siemens för beräkning och analys. Resultat kan också följas



Östra gymnasiet. Källa: Umeå kommun.

upp via kommunens ekonomisystem där projektets kapitalkostnadsbesparing och köpt energi kan följas upp.

Hur har arbetet organiserats och hur har beslutsprocessen sett ut?

Arbetet började 2005 med funderingar över hur kommunen skulle arbeta med lönsamma energieffektiviseringsåtgärder. Valet stod mellan att arbetet skulle genomföras i egen regi eller som ett EPC-projekt. Under 2007 gjordes studiebesök i kommuner där EPC-projekt genomförts. Umeå kommun blev övertygad om att det var EPC de ville arbeta med. Nästa steg för tjänstemännen var att ge politikerna ett beslutsunderlag som var ekonomiskt intressant. Klimatfrågan i kombination med att projektet genererade positiva resultat från år ett var avgörande för att få positivt besked om att genomföra projektet. Kommunen kommer att ha driften i egen regi och satsar mycket på utbildning och hög kompetens vid nyrekryteringar. Tanken är sen att kunna bibehålla eller ytterligare sänka energianvändningen efter avslutat samarbete med entreprenören.

Referenser och litteraturförteckning

Arbetsmiljöverket, hemsida och föreskrifter AFS 2009:02: www.av.se, 2010
ARKUS Energieffektivitet i skolor och förskolor – Förstudie, arbetsutgåva,
Lars Lindstaf, 2010-05-17

Belok Totalprojekt, Energieffektivisering av befintliga lokaler, Enno Abel
Belok, hemsida www.belok.se

Belysningsbranschen, En ljusare framtid – Att spara energi och miljö med
modern belysning, Belysningsbranschen

Energi & Miljö nr 1, 2010 sidan 48

Energifönster, www.energifonster.nu

Energimyndigheten och Boverket, Energianvändning & innemiljö i skolor
och förskolor – Förbättrad statistik i lokaler, STIL2, ER 2007:11

Energimyndigheten, Energi i skolan – Vad är det egentligen? (ET2009:05)

Energimyndigheten, hemsida www.energimyndigheten.se

Energimyndigheten, Undersökning av energianvändningsfrågor i idrottsan-
läggningar, Daniel Waluszewski et al, WSP Sverige AB, 2009

Ljuskultur, [www.ljuskultur.se/files/Teknik_Miljo/Goda_exempeln/Risbro-
skolan.pdf](http://www.ljuskultur.se/files/Teknik_Miljo/Goda_exempeln/Risbro-skolan.pdf) 2010-06-23

Miljöstyrringsrådet, hemsida www.msr.se

NENET, Effektivisering av energi och ekonomi för ett aktivt miljömedvetet
folkliiv

Nordisk Miljömärkning, Om Svanenmärkta restauranger

Renovera energismart, hemsida www.renoveraenergismart.se

Skolfastigheter i Stockholm AB (SISAB) Belysning – Instruktioner och information

Skolfastigheter i Stockholm AB (SISAB) hemsida www.sisab.se

Skolfastigheter i Stockholm AB (SISAB), Dagsljusstyrd belysning i skolor, WSP Elteknik

Skolfastigheter i Stockholm AB (SISAB), Energieffektiva skolor och förskolor, Delprojekt B – Nytorpsskolan, Totalskola enligt BELOK:s koncept

SP Energiteknik, Energieffektiva skolor och förskolor – Kravspecifikation för Passivhus

Stockholm Stad, Miljöförvaltningen, El-smart Bromma, Slutrapport, www.stockholm.se/energicentrum

SWECO, Samlad kunskap inom teknik, miljö och arkitektur, Jan Zakariasson

Svensk Innemiljö, Energihandboken, 2009

Svensk Innemiljö, Framtidssäkra byggnader, 2008

Svenska Kommunförbundet, Fullt hus – Styrverktyg för effektivt lokalutnyttjande

Sveriges Tekniska Forskningsinstitut (SP), MEDUCA – Demonstrationsskolor för integrerad energieffektiv teknik, SP

UFOS, Bättre klimatskärm, 2010

UFOS, Det finns potential – Energieffektivisera offentliga fastigheter i högre takt, A. Persson och M. Bratt, 2009

UFOS, Energisparguiden, 2006

UFOS, Energy Performance Contracting, En balansakt för besparingar med garantier, 2007

UFOS, Klimatsmart brukarsamverkan – Arbetssätt för sänkt energianvändning, 2009

Uppsala kommun, Lokalförsörjningsplan, 2007

Bilagor

Bilaga 1

Sammanställning energieffektiviseringsåtgärder

Värme & varmvatten	Besparing	Kostnad	Återbetalningstid
Driftoptimering		Personalkostnad	Kort-medel
Natt-/helgsänkning		0-3 000 SEK	Kort
Injustering av värmesystem		10-15 SEK/m2 LOA	Kort
Installera termostatventiler	10-30 %	100-300 SEK/radiator	Kort
Pumpstoppautomatik	Ca 3 000 timmars kortare drifttid	Låg eller ingen	Kort
Energieffektiva cirkulationspumpar	Upp till 85 %	Initial merkostnad	Kort
Optimera inomhustemperaturen	10-20 %	Låg eller ingen	Kort
Varmvattenberedning sommartid	Beror på isoleringen på vvb	Låg eller ingen	Kort
Byt fjärrvärmevärmexlare	Temperaturverkningsgraden ökar med upp till 20 %	50-100 000 SEK/vvx	Medel
Rensa och rengör fjärrvärmevärmexlare		2-10 000 SEK/vvx	Medel
Installation av vattensnåla armaturer	25-45 % vattenbesparing, 30 % energibesparing	Från 1 000 SEK/st	Kort
Självstängande spolarmaturer		Från 3 000 SEK/st	Kort-medel

Ventilation	Besparing	Kostnad	Payoff
Behovsanpassad drift	10–80 % av el-energin till fläktar och uppvärmning av tilluften	Från 2 000 SEK/st	Kort-medel
Värmeåtervinning	50–85 % av uppvärmningsenergin för luften	Varierar	Kort-medel
Luftflödesinjustering	10–30 % av elenergin till fläktarna	Varierar	Kort-medel
Filter med låga tryckfall	5–10 %	Liten merkostnad	Kort-medel

Belysning

Belysningsautomatik	upp till 40 % av elenergin	Varierar	Medel
Energieffektiva ljuskällor	75–80 % av elenergin	Initial merkostnad	Kort

Klimatkyla

Frikyla	30–60 % av energibehovet	Varierar	Medel-lång
Nattkyla		0–5 000 SEK	Kort-medel

Klimatskal

Tilläggsisolering fasad		Varierar	Medel
Tilläggsisolering bjälklag/vind	Öka från 15 till 45 cm ger en årlig besparing på 45 kWh/m ² bjälklag	100–200 SEK/m ² bjälklag	Medel
Byte av fönster	150–200 kWh/m ² fönsterarea	3 500–6 000 SEK/m ²	Lång
Komplettering av fönster	Ca 100 kWh/m ² fönsterarea	1 500–2 000 SEK/m ²	Lång
Åtgärda otätheter		10–30 SEK/löpmeter	Kort-medel
Port- och dörrstängare		från 1 000 SEK/dörr	Kort
Termografering		1,5–2 dgr/1 000 m ² LOA	Går ej att bedöma

Uppgifterna om kostnad och återbetalningstid är i huvudsak hämtade från Energisparguiden, UFOS, 2006

Uppgifterna om besparing är hämtade från Energihandboken, Svensk Innemiljö, 2008, Energisparguiden, www.energiradgivningen.se och www.renovaenergismart.se

Bilaga 2

Frågeformulär för intervjuer

1. Beskrivning av i vilken form respektive kommun valt att arbeta med energieffektivisering; EPC, BELOK:s totalprojekt, egen regi
2. Vilka åtgärder har genomförts?
3. Vad har uppnåtts? Energibesparing, ekonomisk besparing
4. Hur följs energiåtgärderna upp?
5. Hur har arbetet organiserats och hur har beslutsprocessen sett ut?
 - Vilka funktioner är med i beslutsprocessen och finns en samsyn mellan dessa om och hur energieffektiviseringsåtgärder ska genomföras?
6. Har projektet förändrat synen på energieffektivisering i den egna organisationen i det vardagliga arbetet?
7. Process vid upphandling av ombyggnadsprojekt
 - Finns mallar/riktlinjer för energieffektiv projektering?
 - Ingår LCC-beräkningar som del av projekteringsriktlinjerna?
 - Ställs krav på att konsulter som handlas upp för byggsamordning/byggledning och projektering har kompetens inom energieffektiviseringsområdet? *Entreprenörer (TE GE)*
8. Process vid genomförande av entreprenad – Hur säkerställs att upphandlingskrav genomförs i produktionen?
9. Process vid uppföljning – Finns rutiner för uppföljning av genomförda åtgärder?



Vägen till energieffektiva skolor

Denna skrift beskriver den lönsamma potentialen för energieffektivisering i skolor och förskolor. Rapporten beskriver också en rad energieffektiviseringsåtgärder som kan genomföras, och den presenterar goda exempel från skolor där energieffektivisering har genomförts. Vidare bidrar rapporten med checklistor för energieffektivisering som läsaren enkelt kan följa i egna projekt.

Syftet med skriften är att belysa möjliga effektiviseringsåtgärder och dess lönsamhet. Ambitionen är att inspirera, väcka nyfikenhet och ge exempel på goda lösningar.

Skriften har initierats och finansierats av Sveriges kommuner och landstings FoU-fond för fastighetsfrågor.

Beställ eller ladda ner på www.skl.se/publikationer eller på telefon 020-31 32 30.

ISBN 978-91-7164-649-1



**Sveriges
Kommuner
och Landsting**

Post: 118 82 Stockholm
Besök: Hornsgatan 20
Telefon: 08-452 70 00
www.skl.se