

Energianvändning & innemiljö i skolor och förskolor – Förbättrad statistik i lokaler, STIL2

Ett samarbete mellan Boverket och Energimyndigheten

ER 2007:11

Böcker och rapporter utgivna av Statens
energimyndighet kan beställas från
Energimyndighetens publikationsservice.
Orderfax: 016-544 22 59
e-post: publikationsservice@energimyndigheten.se

© Statens energimyndighet
Upplaga: 150 ex

ER 2007:11

ISSN 1403-1892

Förord

STIL2 är ett samarbetsprojekt mellan Energimyndigheten och Boverket med syfte att ta fram förbättrad nationell statistik avseende energianvändning och inneklimat i lokaler. Förbättrad statistik är nödvändig och angelägen för såväl myndigheter som fastighetsägare och andra aktörer. För myndigheternas del behövs förbättrad statistik med verifierade uppgifter om elanvändning, fördelning av energi per ändamål och uppgifter om inneklimat bland annat för att kunna utforma och utvärdera energipolicy och energiprogram och för att kunna uppfylla de krav som implementeringen av EG-direktivet om energideklaration av byggnader medför. Den mest aktuella tillgängliga svenska detaljerade statistiken över energianvändningen i lokaler före det här projektets genomförande härstammar från den så kallade STIL-studien som genomfördes i början av 1990-talet, och det senast framtagna underlaget om inomhusmiljö i byggnader härrör från den så kallade ELIB-studien som även den genomfördes i början av 1990-talet.

Denna rapport redovisar 2006 års arbete i STIL2-projektet som omfattar skolor och förskolor. Rapporten består av fyra delar, en sammanfattande rapport som redovisar projektet som helhet och tre delrapporter. De tre delrapporterna redovisar mer ingående genomförande och resultat av energiinventeringar, inomhusmiljöinventeringar respektive inomhusmiljöenkäter. I rapportens sammanfattande del ingår även ett avsnitt med sambandsanalyser mellan olika energi- och inomhusmiljöfaktorer. Arbetet har genererat ett mycket rikt statistiskt material. Underlaget finns i sin helhet publicerat på Energimyndighetens webbplats www.energimyndigheten.se, och kan fritt användas för vidare analyser.

Rapportens sammanfattande del är författad av Agneta Persson, WSP Environmental. Studiens delrapport 2 om energiinventeringarna har skrivits av Monica Gullberg, ÅF Process AB, delrapport 3 om inomhusmiljöinventeringarna har skrivits av Alexander Jansa, WSP Environmental, och delrapport 4 om inomhusmiljöenkäterna har skrivits av Kjell Andersson, AMM. Vidare har Anders Göransson, Profu, skrivit textavsnittet om urval, med bidrag från Pär Brundell och Inger Munkhammar, SCB. Projektledare har varit Heini-Marja Suvilehto och Egil Öfverholm på Energimyndigheten och Magnus Bengtsson på Boverket.

Eskilstuna 18 september 2007

Karlskrona 18 september 2007



Caroline Hellberg
Enhetschef Energimyndigheten



Nikolaj Tolstoy
Enhetschef, Boverket

Innehåll

Del 1 Sammanfattande analys av energianvändning, innemiljöinventeringar och innemiljöenkäter	9
1 Sammanfattning	10
2 Bakgrund	12
2.1 Syfte.....	13
2.2 Studiens omfattning.....	13
2.3 Arbetets avgränsning.....	14
2.4 Förberedelser.....	14
3 Urval	15
4 Genomförande	17
4.1 De inventerade skolorna.....	17
4.2 Energiinventeringar.....	20
4.3 Innemiljöinventeringar.....	21
4.4 Innemiljöenkäter.....	22
5 Resultat	23
5.1 Energianvändning i skolor och förskolor.....	23
5.2 Innemiljö i skolor och förskolor.....	37
5.3 Upplevd innemiljö i skolor och förskolor.....	43
5.4 Sambandsanalyser mellan projektets tre delstudier.....	49
6 Jämförelse av energianvändning i skolor mellan 1990 och 2006	54
6.1 Skolorna i översikt 1990 till 2005.....	54
6.2 Minskad levererad energi per m ² för skolorna.....	56
6.3 Skolornas elanvändning 1990 och 2006.....	57
6.4 Mer om STIL-studien 1990.....	60
7 Energibesparingspotentialer i skolor och förskolor	62
7.1 Energibesparingspotentialer för ventilation.....	62
7.2 Energibesparingspotentialer för belysning.....	63
8 Projektorganisation	65
Del 2 Analys av energianvändningen	67
9 Sammanfattning energianvändning	68
10 Bakgrund	71
10.1 Syfte.....	71
10.2 Uppdragets omfattning.....	71
10.3 Arbetets avgränsning.....	71
10.4 Förberedelser.....	72

11	Metod	73
11.1	Indata	73
11.2	Inventeringsprotokollet.....	74
12	Genomförande	76
12.1	Information	76
12.2	Utbildning och pilot.....	76
12.3	Urval	76
12.4	Förberedelser för besiktningar.....	77
12.5	Besiktning.....	78
12.6	Granskning.....	78
12.7	Analys.....	78
12.8	Resultatpresentation.....	79
12.9	Genomförande och resultat för ett exempel, Gårdby skola (06S0135)	79
13	Resultat för samtliga skolor	92
13.1	Tillförd energi till skolor och förskolor.....	92
13.2	Elanvändningen i skolor, exklusive elvärme.....	94
13.3	Elanvändningens fördelning på användningsområde	95
13.4	Belysningens elanvändning	102
13.5	Fläktars elanvändning.....	108
13.6	Elanvändning i storkök, kök och pentry	112
13.7	Övrig elanvändning	114
13.8	Klimatskalets U-värde	115
13.9	Korrelation mellan undersökta faktorer.....	116
14	Övriga erfarenheter och rekommendationer	122
	Del 3 Analys av inomhusmiljö och byggnadsteknisk status	123
15	Sammanfattning	124
16	Syfte	129
17	Genomförande	130
17.1	Inventering av skolor och förskolor.....	130
17.2	Skattning till nationella värden.....	132
17.3	Datahantering i objektsdatabas	132
17.4	Analys av indata	133
18	Resultat från databaskörningar och inventeringar	135
18.1	Fakta om objekten.....	135
18.2	Medelbetyg för objekten.....	136
18.3	Betyg per inomhusmiljöfråga och per huvudgrupp av frågor	139
18.4	Detaljstudie av inomhusmiljöfrågorna	141
18.5	Underhållsbehov av klimatskalet.....	154

19	Resultat av skattning till nationella värden	161
19.1	Data för beräkningarna	161
19.2	Bortfallshantering	161
19.3	Betyg - Skattning av populationsmedelvärden och 95 % konfidensintervall	161
19.4	Resultat	162
19.5	Kostnader - Skattning av populationstotaler och 95 % konfidensintervall	163
19.6	Anmärkningar	164
20	Slutsatser inventerade skolor och förskolor	165
20.1	Innemiljöfrågor indelade i huvudgrupper	165
20.2	Skolors och förskolors förutsättningar till en bra inommiljö	167
20.3	Åtgärdsbehov av klimatskal	171
20.4	Skolor i jämförelse med förskolor	172
21	Förslag på bättre inommiljö i skolor och förskolor	174
21.1	Förhindra övertemperaturer i lokaler	174
21.2	Säkerställ att tilluftsflöden minst uppfyller normkravet vid aktuell personbelastning	174
21.3	Information och kunskapsspridning till brukare	175
21.4	Bättre OVK eller andra former av luftkvalitetsbesiktningar	175
21.5	Säkerställ bra inommiljö vid nybyggnad, om- och tillbyggnad	175
21.6	Bra AFF-upphandlingar	176
21.7	Upprätta underhållsplaner med inommiljöfokus	176
21.8	Bra styr- och reglerutrustning	177
21.9	Förbättra ljudklimatet	177
21.10	Fuktsäkra fastigheterna	177
22	Erfarenheter från de genomförda inventeringarna	178
22.1	Förberedelser inför inventeringarna	178
22.2	Innemiljöfrågorna	178
22.3	Korrelation mellan besiktningsnoteringar och Örebro-enkät	179
22.4	Utförda mätningar	179
Del 4	Analys av inommiljöenkäter	181
23	Sammanfattning	182
23.1	Bakgrund	183
23.2	Syfte	183
24	Skoldatabasen	184
24.1	Urvalet	184
24.2	Metodik	184
24.3	Beskrivning av skoldatabasen och tillhörande referensdatabas	184
24.4	Hur beskriver man inomhusmiljön med ett enkelt mått?	187
24.5	Analysmöjligheter	196

25 Förskoledatabasen	198
25.1 Urvalet	198
25.2 Metodik.....	198
25.3 Beskrivning av förskoledatabasen	198
25.4 Kommentarer, diskussioner och slutsatser	202
Bilaga 1 Urval av skolor och förskolor	203
Introduktion.....	203
Val av urvalsram	203
Undersökningspopulation	204
Antal objekt.....	205
Urvalets genomförande	205
Utskick och praktisk hantering av objekten	207
Objektets omfattning, eventuellt Steg 3	207
Vikter för totalskattning	208
Överurval, övertäckning och bortfall	210
Bilaga 2 Skattning av medelvärden och totaler för inommiljö till nationell nivå	212
Data för beräkningarna.....	212
Bortfallshantering.....	212
Betyg - Skattning av populationsmedelvärden och 95 % konfidensintervall	212
Resultat.....	213
Kostnader - Skattning av populationstotaler och 95 % konfidensintervall	214
Anmärkningar	215
Bilaga 3 Nya schablonvärden (nyckeltal)	216
Storkök.....	216
Dragskåp	216
Nyttjandetider, PC i skolor.....	219
Kaffebruggare	219
Bilaga 4 Klimatskalets tekniska egenskaper hos enskilda skolor och förskolor	221
Bilaga 5 Enskilda skolor och förskolors energianvändning	229
Bilaga 6 Metodbeskrivning av mätning av RF/temp	238
Utförande	238
Utrustning.....	238

Del 1 Sammanfattande analys av energianvändning, innemiljö-inventeringar och innemiljöenkäter

1 Sammanfattning

2006 års STIL2-studie omfattar energianvändning och bedömning av inomhusmiljö i skolor och förskolor i Sverige. I studien ingår inventering av energianvändning och inomhusmiljö samt en enkätstudie avseende upplevd inomhusmiljö i lokalerna. 129 skolor och förskolor har inventerats avseende energianvändning med STIL2-metoden och 131 skolor och förskolor har inomhusmiljöinventerats, 128 av dessa har både energiinventerats och inomhusmiljöinventerats. Dessutom har personal vid 105 av dessa skolor och förskolor valt att svara på AMMs inomhusmiljöenkät.

Som urvalsram för 2006 års studie har SCBs Företagsregister använts. Dess nivå ”arbetsställe” motsvarar en skola eller ett skolområde, och är lämpligt som urvalsenhet. Registret är väl à jour-hållet, och med dess SNI-kod kan man särskilja skolor och förskolor. Urvalet gjordes av SCB som ett tvästersurval, steg 1 innefattade urval av kommuner och steg 2 innefattade urval av skolor och förskolor i dessa.

Energianvändning

Energianvändningen i skolor är uppskalat till nationell nivå 213 kWh per m² A_{temp} och år respektive 3 143 kWh per elev/barn. Av den specifika energianvändningen är i genomsnitt cirka 80 kWh per m² A_{temp} och år el inklusive elvärme, respektive 61 kWh per m² A_{temp} och år exklusive elvärme. De största enskilda elanvändarna i skolor och förskolor är belysning och ventilation, med vardera cirka 20 kWh per m² A_{temp} och år.

Den totala energianvändningen har minskat signifikant i skolorna sedan 1990, från 246 till 216 kWh per m² A_{temp} och år. Elanvändningen har däremot ökat något under samma tidsperiod, från 59 till 61 kWh per m² A_{temp} och år. I STIL-studien som genomfördes år 1990 ingick till skillnad från de nu genomförda STIL2-studien även högskolor. En uppskattning av elanvändningen på nationell nivå i skolor inklusive skolor högskolor för år 2006 är 68 kWh per m² A_{temp} och år, vilket alltså innebär att elanvändningen i skolor har ökat med cirka 15 % sedan 1990.

Inomhusmiljö

Resultatet av inventeringarna av inomhusmiljö visar på ett genomsnittsbetyg på 3,31 på en skala 1 till 5. Sex av tjugonio frågeställningar i inomhusmiljöinventeringarna har ett betyg som understiger 3, och är därmed under nivån för godkänt. Fem av frågeställningarna har ett betyg som överstiger 4, och uppnår därmed mer än väl nivån godkänt.

Medelbetygen av innemiljöfrågorna skiljer sig ytterst lite mellan de två objektsgrupperna skolor och förskolor. Om man däremot studerar de enskilda innemiljöfrågorna finns ett antal signifikanta skillnader i studien, till exempel avseende rumshöjd, städbarhet, luktproblem, fuktproblem, kalla golv och solinstrålning.

Underhållskostnaderna för svenska skolor och förskolor har också uppskattats. Totalt har det sammanlagda underhållsbehovet för svenska skolor och förskolor bedömts uppgå till cirka 5 miljarder SEK. Underhållsmässigt är fönster och fasader i bättre skick i skolor än i förskolor.

Innemiljöenkäter

Personal vid 105 skolor och förskolor har valt att svara på den innemiljöenkät som har skickats ut inom ramen för STIL2-projektet. Totalt besvarade 1 965 skolpersonal och 408 förskolepersonal de standardiserade enkäterna. Analysen av enkätsvaren visar en mycket god överensstämmelse mellan urvalspopulationen och referenspopulationen, och upplevda symtom relateras i begränsad utsträckning till skolmiljön.

Vid en jämförelse mellan de svarande skolorna och förskolorna mellan ofta besvärade miljöfaktorer och ofta förekommande symtom finner man vissa skillnader mellan förskolor och skolor. Till exempel klagar personalen inom förskoleverksamheten något mer än skolpersonalen på buller och belysning, medan förhållandet är det omvända avseende besvär av låg rumstemperatur och torra händer.

Sambandsanalyser

Ett stort antal samband kan sökas mellan de genomförda delstudierna. I den genomförda analysen har 36 olika samband mellan studiens delstudier undersökts. Endast tre av dessa 36 samband har visat sig vara signifikanta. Dessa tre är värmegenomgångstalet för klimatskalet (U-värdet) i förhållande till betyg för termiskt komfort, ventilationens effektivitet (uttryckt i SFP-tal) i förhållande till specifikt ventilationsflöde respektive specifik elanvändning för belysning (kWh/m²) i förhållande till betyg för ljuskvalitet.

En lång rad andra intressanta samband kan undersökas vid fördjupade studier av projektets rika resultatunderlag.

2 Bakgrund

God kunskap och statistik rörande energianvändning och inomhusmiljö är en förutsättning för att kunna utforma effektiva styrmedel för att uppnå de nationella miljömålen om god bebyggd miljö, minskad klimatpåverkan med mera. Förbättrad statistik krävs också för att kunna utvärdera effekten av vidtagna åtgärder, nationella program och för att kunna uppfylla de krav som införandet av EG-direktivet om energimärkning av byggnader medför. Förbättrad statistik avseende energi- och inomhusmiljö är inte bara en myndighetsangelägenhet, det erfordras till exempel också för fastighetsägare för att bättre kunna värdera det egna fastighetsbeståndet.

STIL2¹ är ett samarbetsprojekt mellan Energimyndigheten och Boverket med syfte att ta fram förbättrad nationell statistik avseende energianvändning och inomhusklimat i lokaler. Projektet fokuserar ursprungligen på energianvändning per ändamål, och då särskilt elanvändning. Från och med 2006 års studie har arbetet kompletterats med inomhusmiljöfrågor i form av inomhusmiljöinventeringar och inomhusmiljöenkäter.

Den mest aktuella svenska detaljerade statistiken över energianvändningen i lokaler som finns tillgänglig före det här projektets genomförande härstammar från den så kallade STIL-studien som genomfördes i början av 1990-talet i Vattenfalls regi (inom ramen för deras projekt Uppdrag 2000)². När det gäller inomhusmiljö i lokaler härstammar de senaste nationella uppgifterna före STIL2-projektet från den så kallade ELIB-studien som genomfördes av Statens institut för byggnadsforskning³ i början av 1990-talet. Undersökningar med inomhusmiljöenkäter har genomförts senare än så, men inte på nationell basis.

Inom ramen för STIL2 (tidigare kallat ”Stegvis STIL”) har följande delar tidigare genomförts och redovisats:

- En förstudie om möjligheter till förbättrad energistatistik för lokaler genomfördes 2003. Förstudien redovisades i rapporten ”Studie över möjligheter till förbättrad statistik över energianvändningen i lokalsektorn” (rapporten är daterad 2003-11-25).

¹ ”STIL2” benämndes tidigare ”Stegvis STIL”.

² Arbetsinsatser i STIL-studien gjordes även av bland annat de energiföretag vars kunder ingick i studien.

³ Ingår numera i KTH Byggt Miljö.

- I en delstudie inom ramen för Energimyndighetens etapp 2 av arbetet med förbättrad nationell energistatistik gjordes en pilotstudie rörande förbättrad energistatistik i lokalsektorn. I detta projekt togs en arbetsmodell fram för hur inventeringar kan genomföras samt genomfördes pilotinventeringar i tio lokalbyggnader av olika kategori. I studien ingick även en kartläggning av hur stor del av industrins byggnader som kan liknas vid ”vanliga lokaler”. Pilotstudien redovisades i rapporten ”Förbättrad energistatistik för lokaler – Stegvis STIL” (rapporten är daterad 2004-11-19).
- En delstudie om definitioner för bättre energistatistik för byggnaders energianvändning genomfördes under 2004. Arbetet redovisades i rapporten ”Definitioner för bättre energistatistik” (rapporten är daterad 2004-06-29).
- En mät- och litteraturstudie för framtagande av nyckeltal avseende energianvändningen för vanligen förekommande utrustning i kontor såsom PC, skrivare, utrustning i pentry m.m. ”Nyckeltal rapport” (rapporten är daterad 2005-08-18).
- Förbättrad energistatistik för lokaler – ”Stegvis STIL” Rapport för år 1 (rapporten är daterad 2006-02-08). Denna rapport omfattade kontor och förvaltningsbyggnader.

Som ett resultat av de två förstnämnda studierna lades ett förslag fram att energianvändningen, med tyngdpunkt på el, i lokaler ska studeras i inventeringar i full skala. Förslaget innebär att 1 000 lokalbyggnader ska inventeras under perioder på sex år (fördelat på cirka 170 byggnader per år), och inventeringarna ska täcka samtliga lokalkategorier enligt SCBs indelning. Följande kategoriuppdelning har antagits för projektets genomförande:

- År 1: Kontor och förvaltning (20 % av alla lokaler i Sverige)
- År 2 Skolor (16 % av landets alla lokaler)
- År 3 Vård (7 % av landets lokaler)
- År 4-6 Övrig handel (10 % av landets lokaler), Livsmedelshandel (4 %), Hotell, restaurang och elevhem (7 %), Bad, sport och idrott (5 %), Teater, konsert- och biograflokaler (8 %) Kyrkor med mera (7 %) samt Övriga lokaler (7 %)
- År 7 Börjar om med Kontor och förvaltning osv

2.1 Syfte

Uppdraget ingår i Energimyndighetens och Boverkets satsningar på förbättrad nationell energistatistik som omfattar all typ av bebyggelse respektive förbättrad statistik över inomhusmiljö i lokaler. Denna delstudie syftar till förbättrad statistik för skolor och förskolor.

2.2 Studiens omfattning

Studien omfattar energianvändning och bedömning av inomhusmiljö i skolor och förskolor i Sverige. 129 skolor och förskolor har inventerats avseende

energianvändning med STIL2-metoden, och 131 skolor och förskolor har inventerats med avseende på inomhusmiljö med en förenklad version av den metod Miljöstatusföreningen har utformat under namnet Miljöstatus för byggnader (MFB). 128 av dessa skolor har både energiinventerats och inomhusmiljöinventerats. Vidare har personal vid samtliga i studien ingående skolor och förskolor blivit ombudade att fylla i AMMs inomhusmiljöenkät, den så kallade "Örebroenkäten". Personal vid 105 skolor och förskolor har valt att svara på enkäten.

2.3 Arbetets avgränsning

Denna delstudie omfattar det andra årets energi inventeringar respektive det första årets inomhusmiljöinventeringar och inomhusmiljöenkäter i STIL2-projektet. Denna redovisning innefattar lokalkategorin skolor. I arbetet har endast gymnasieskolor, grundskolor och förskolor inkluderats. Se vidare i kapitel 5 samt Bilaga 1. I kapitel 5 kommenteras hur stor del av skolbeståndet som beskrivs i denna undersökning jämfört med SCBs årliga energistatistik för lokaler.

2.4 Förberedelser

Förberedelserna för denna delstudie har varit omfattande eftersom arbetet har utvidgats från att innefatta enbart statistik över energianvändning till att även innefatta inomhusmiljöfrågor. Vidare ingick i förberedelserna att diskutera skolors och förskolors energianvändning och inomhusmiljö med stora fastighetsägare inom denna lokalkategori. Diskussioner har förts med bland annat SISAB och Akademiska hus⁴.

⁴ Markus Mericanto respektive Stig Hoff.

3 Urval

Texten i detta kapitel är en sammanfattning av hur urvalet har gått till. En detaljerad beskrivning av urvalet finns i Bilaga 1.

Ursprungligen avsågs att varje delstudie i STIL2-undersökningen skulle omfatta exakt det som redovisas som exempelvis ”Skolor” i SCBs årliga energistatistik, för att ge en fördjupning av elanvändning med mera för just denna kategori. I denna delstudie av projektet har detta omvärderats. För att göra resultaten mer matnyttiga i praktiskt arbete (till exempel som referensvärden för energideklARATIONER) har urvalet fokuserats mer snävt på ”skolor” så som ordet normalt uppfattas, och av resursskäl har högskolorna uteslutits. Som *urvalsram* har valts *Företagsregistret* på SCB. Dess nivå ”arbetsställe” motsvarar en skola eller ett skolområde, och är lämpligt som urvalsenhet. Registret är väl à jour-hållet, och med dess SNI-kod kan man särskilja skolor och förskolor.

Undersökningspopulationen beslöts omfatta arbetsställen med dessa SNI-koder:

- SNI 80101 Förskoleutbildning (förskolor, ej dagmammor eller fritidshem)
- SNI 80102 Grundskoleutbildning och förskoleklass (ej särskola)
- SNI 80210 Gymnasieutbildning (ej yrkesutbildning, ej vuxenutbildning)
- SNI 80211 Gymnasial yrkesutbildning m m

För att ingå i STIL2-projektet krävs att det finns minst 200 m² pågående verksamhet för den aktuella kategorin (i det här fallet skola eller förskola), som skall omfatta minst 80 % av byggnaden den ligger i. Utgående från tillgänglig budget bestämdes målet antal genomförda besiktningar till 130 stycken för 2006 års delstudie, av dessa skulle cirka 1/3 skulle vara förskolor.

Urvalet gjordes av SCB som ett *tvåstegsurval*. Steg 1 var urval av kommuner och Steg 2 urval av skolor och förskolor i dessa. Urvalet i Steg 1 stratifierades efter temperaturzon och H-region. 21 kommuner drogs med sannolikheten proportionell mot ett storleksmått beroende av folkmängd samt reskostnad för besiktningensarbetet. I Steg 2 drogs skolor och förskolor ungefär proportionellt mot dess antal i urvalsramen, dock minst 3 objekt per kommun.

För att klara förutsedd övertäckning med mera drog SCB ett större bruttourval av objekt. Dessa åsattes av SCB ett ordningstal. Objekten kontaktades av projektorganisationen i denna ordning och man kontrollerade om de uppfyllde villkoren för undersökningen (skola med verksamhet, minst 200 m² etc). I annat fall togs nästa objekt i ordningen. För ett fåtal objekt har besiktningen inte kunnat omfatta hela arbetsstället, och urval av den del som undersökts har då betecknats som ett Steg 3 i urvalet.

Slutligt antal energibesiktigade objekt blev 92 skolor och gymnasier samt 37 förskolor, *totalt 129 objekt*. Innemiljöinventeringarna har omfattat 131 objekt, 128 av dessa är identiska med dem som energibesiktigats. Skattningen av egenskaper har gjorts med hjälp av produkten av de tre vikterna för Steg 1, 2 och 3. Vikter för Steg 1 och 2 per kommun, med hänsyn till övertäckning och bortfall, finns redovisade i Bilaga 1.

För att uppnå 129 objekt enligt undersökningskriterierna har 268 objekt från urvalsramen behövts, det vill säga det har krävts 108 % fler objekt för att få de önskade undersökningsobjekten. Detta har framförallt betingats av övertäckning (102 objekt), främst eftersom skolverksamheten inte utgjort 80 % av hela byggnaden men också för att byggnaden varit under förändring eller att verksamheten varit mindre än 200 m². Bortfallet har varit 37 objekt, och har framförallt berott på att det inte gått att få fram tillräcklig energistatistik. Endast 5 objekt har ”vägrat” delta (inte velat eller kunnat ställa upp) i energiinventeringen och innemiljöinventeringen. För innemiljöenkäterna har bortfallet varit större.

4 Genomförande

Studien omfattar både energiinventeringar, inommiljöinventeringar och inommiljö-enkätundersökning. Målsättningen har varit att samtliga i studien ingående objekt ska både energiinventeras och inommiljöinventeras och att personal vid skolorna ska intervjuas beträffande inommiljö. Detta mål har nåtts för energiinventeringar och inommiljöinventeringar, medan det varit ett relativt stort bortfall för inommiljö-enkäterna.

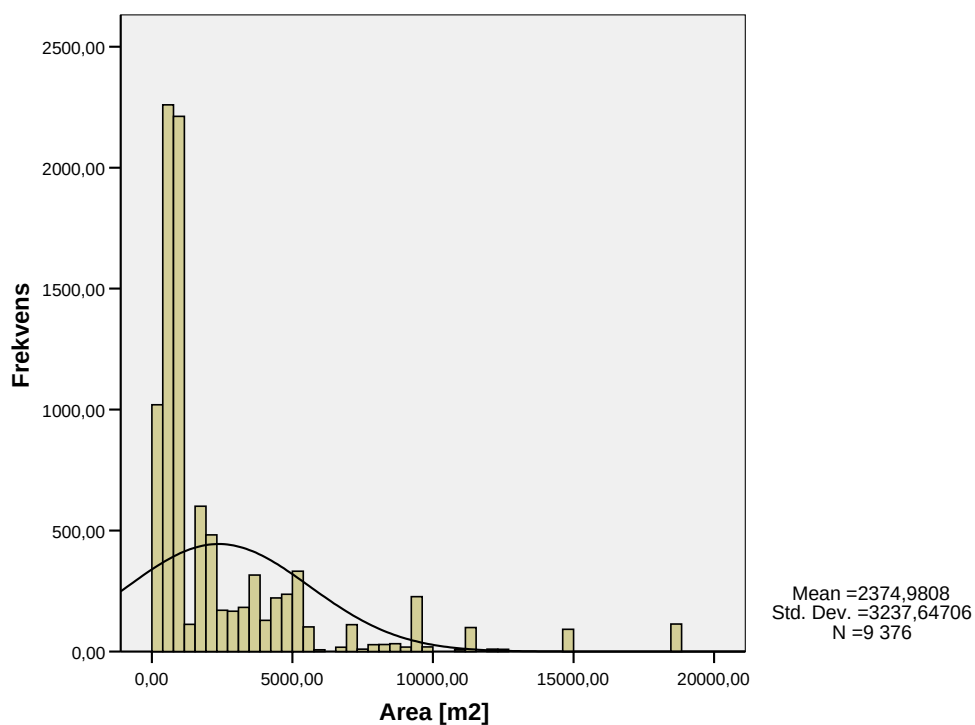
4.1 De inventerade skolorna

Sammantaget har 129 skolor och förskolor inventerats avseende energianvändning respektive 131 skolor och förskolor avseende inommiljö. Skolorna är belägna i 21 kommuner runt om i Sverige. Objektens area varierar mellan 180 m² och 18 733 m² och antalet elever eller barn per skola mellan 21 och 1 224.

Tabell 1 Inventerade skolor per kommun, antal genomsnittlig area och genomsnittligt antal elever eller barn

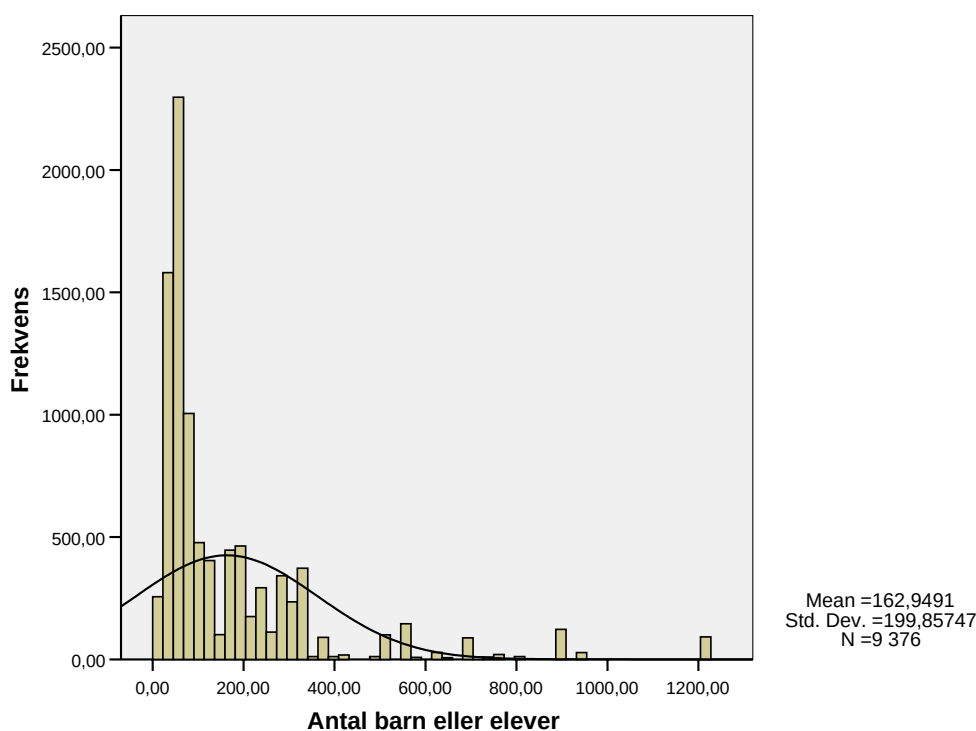
Kommun	Inventerade grundskolor och gymnasier			Inventerade förskolor		
	Antal inventerade grundskolor och gymnasier	Area [m ²] i genomsnitt	Antal elever i genomsnitt	Antal inventerade förskolor	Area [m ²] i genomsnitt	Antal barn i genomsnitt
Haninge	3	1 154	264	1	895	70
Täby	3	6 011	397	2	415	51
Stockholm	20	5 706	422	11	762	55
Kinda	2	2 163	189	0		
Norrköping	5	2 787	279	2	573	45
Vetlanda	3	2 829	240	0		
Torsås	2	2 201	112	1	264	21
Mörbylånga	2	980	79	1	4 525	320
Sjöbo	2	1 210	75	1		
Malmö	9	4 981	293	2	989	77
Lund	5	3 310	258	2	844	39
Eslöv	2	10 635	541	1	861	55
Lerum	2	3 639	215	1	566	50
Göteborg	15	6 163	389	5	753	58
Strömstad	2	2 345	79	1		
Askersund	2	3 078	170	1	760	64
Avesta	2	6 179	250	1	462	54
Gävle	4	7 435	508	2	756	71
Kramfors	2	10 205	752	1	580	30
Arjeplog	2	3 969	150	0		
Piteå	3	1 638	104	1	384	33
Totalt	92	4 781	325	37	800	60

Skolornas uppmätta area varierar mellan de i studien ingående kommunerna i enlighet med Figur 1. Medelarean för skolorna har beräknats till 2 375 m², men standardavvikelsen är stor. I Figur 2 visas areorna uppdelat i förskolor och andra skolor.



Värdena är viktade med avseende på nationell vikt

Figur 1 Skolors och förskolors area [m² A_{temp}]



Värdena är viktade med avseende på nationell vikt

Figur 3 Antal barn eller studenter per arbetsställe (skola/förskola)

4.2 Energiinventeringar

I detta avsnitt beskrivs kortfattat den metod som använts för energiinventeringarna. För en mer detaljerad beskrivning hänvisas till kapitel 11 i Del 2 Analys av energianvändningen. Energiinventeringarna baseras på den modell för STIL2 som togs fram 2004⁵. Denna modell bygger på mediastatistik, ritningsunderlag, OVK-protokoll med mera för det aktuella objektet samt en inventering som en besiktningsman gör på plats. Information om driftsrutiner med mera får besiktningsförrättaren genom att intervjua ansvarig driftspersonal vid platsbesöket. Mätning av energianvändning, luftflöden eller liknande görs i regel inte vid inventeringarna.

I STIL2-modellen finns en rad schablonvärden inlagda avseende vanligen förekommande elanvändande utrustning för att underlätta besiktningsförrättarnas arbete. Dessa schabloner är fastställda genom antingen specifika mätningar eller noggranna beräkningar. I modellen ingår ett Excel-baserat inventeringsprotokoll.

⁵ Se utförlig beskrivning hänvisas till rapporten "Förbättrad energistatistik för lokaler – Stegvis STIL" (daterad 2004-11-19). Rapporten kan laddas ned från Energimyndighetens hemsida www.energimyndigheten.se.

Protokollet består av följande 11 flikar:

Byggnadsdata	Pumpar	Sammanfattning
Energidata	Kyla	Nyckeltal
Tappvatten	Belysning	Kommentarer
Ventilation	Verksamhetsel	

När ett objekt som ska inventeras är identifierat förs uppgifter om till exempel länsbeteckning, kommuntillhörighet, ortens medel temperatur och graddagar per månad samt fastighetens kontaktperson in i modellen av projektadministrationen. Data om objektets installationer och utrustning förs in av respektive besiktningsman.

Efter det att den enskilda besiktningsförrättaren har genomfört sin inventering och redovisat sitt arbete kvalitetsgranskas uppgifterna av en så kallad huvudbesiktningsman. När huvudbesiktningsmannen har gjort sitt arbete och samtliga inventeringar har genomförts kan analys av resultaten påbörjas.

4.3 Innemiljöinventeringar

I detta avsnitt beskrivs kortfattat den metod som använts för innemiljöinventeringarna. För en mer detaljerad beskrivning hänvisas till kapitel 17 i Delrapport 3.

Innemiljöinventeringarna i STIL2 baseras på en förenklad version av Miljöstatusföreningens metod Miljöstatus för byggnader (MFB) kompletterat med mätningar av radon och relativ fuktighet i de inventerade skolorna och förskolorna. I den förenklade MFB-versionen som används i STIL2 ingår 29 olika frågor. Dessa frågor är indelade i nio huvudgrupper enligt följande:

- magnetfält
- ljud
- fukt
- belysning
- luft
- städbarhet
- legionella
- termiskt klimat
- radon

Varje parameter har klassats i en 5-gradig svarsskala, där omdömet 5 motsvarar "Bra miljöval genomgående/nyare material/generellt nöjda" och omdömet 1 motsvarar "Dåligt". Samtliga innemiljöfrågor har haft lika stor betydelse vid inventeringen, vilket betyder att ingen viktning mellan olika frågor har gjorts. Vid inventeringsobjekt med flera byggnader, där standarden varierar eller där delar inom en byggnad är olikartade, baseras klassningen på ett medelbetyg för de olika delarna.

Inventeringarna har gjorts genom platsbesök och omfattar endast åtkomliga och inte dolda delar. Inventeringen har varit av representativ stickprovsmässig karaktär. Som underlag för inventeringarna har ritningar och OVK-protokoll använts. Dessa har, i den mån de funnits tillgängliga, erhållits från STIL2-studiens

energiinventeringar. Till grund för bedömningarna har också stickprovsvisa momentana mätningar utförts på respektive objekt avseende magnetfält, tappvattentemperatur, radon samt temperatur och relativ fuktighet.

Vid inventeringarna har brister och underhållsbehov hos klimatskalet eller åtgärdsbehov till följd av dessa brister noterats. I de fall åtgärderna bedömts medföra kostnader som överstiger 50 000 SEK har de också kostnadsuppskattats. Åtgärdsförslag har även tagits fram för andra inomhusmiljöaspekter som ljud och belysning, liksom smärre brister i klimatskalet och fuktskador. Dessa har dock inte kostnadsuppskattats. Åtgärder i skolor och förskolor som ingick i pilotstudien har inte kostnadsuppskattats.

Efter genomförda inventeringar har uppgifterna lagts in i ett webbaserat datorprogram där resultaten sparas i en databas och bearbetats till en redovisning i text och diagramform.

4.4 Innemiljöenkäter

I detta avsnitt beskrivs kortfattat den metod som använts för inomhusmiljöenkäter. För en mer detaljerad beskrivning hänvisas till del 4 i denna rapport.

Den använda skolenkäten är benämnd MM040 NA Sp1 och förskoleenkäterna är benämnd MM040 NA Sp2. Enkäterna efterfrågar upplevelsen av skol- respektive förskolemiljön, förekomst av symtom och deras eventuella relation till skol-/förskolemiljön, hur den psykosociala arbetsmiljön upplevs samt vissa bakgrundsuppgifter. Basfrågorna är i hög utsträckning identiska mellan skolenkäten och förskoleenkäten, varför jämförelser kan göras mellan hur skol- och förskolepersonal upplever miljön på sin arbetsplats.

Enkäter, följebrev samt kuvert sändes till en kontaktperson på de skolor respektive förskolor som ingår i projektet, och kontaktpersonen lämnade ut materialet till all personal. Sedan personalen besvarat enkäten stoppades den i kuvert som därefter förslöts och lämnades till kontaktpersonen. Via kontaktpersonen skickades kuverten därefter öppnade till Arbets- och miljömedicinska kliniken vid Universitetssjukhuset i Örebro för bearbetning och analys. Inga namnuppgifter efterfrågades och undersökningen genomfördes därför anonymt. Efter arbetets slut kommer enkäterna att destrueras på ett säkert sätt.

5 Resultat

I detta kapitel presenteras resultatet av 2006 års STIL2-studie på en aggregerad nationell nivå. Detta innebär att resultaten från de enskilda inventerade skolorna har skalats upp med vikter för att ge ett nationellt genomsnittligt värde. För en djupare beskrivning och analys av energiinventeringarnas, inomhusmiljöinventeringarnas och inomhusmiljöenkäternas resultat hänvisas till studiens Delrapporter 2, 3 respektive 4.

Den totala skattade arean för skolor och förskolor i Sverige enligt denna undersökning är 22,3 miljoner m². Undersökningen har, så som beskrivs i kapitel 3, renodlats mot att omfatta förskolor, grundskolor och gymnasial undervisning, där skolverksamheten skall utgöra minst 80 % av en hel byggnad, omfatta minst 200 m² och uppfylla vissa andra krav, se Bilaga 1. Högskolor och universitet ingår inte alls i denna undersökning.

Av många skäl omfattar därmed denna STIL2-undersökning ett mindre bestånd än det som definieras som ”Skolor” i SCBs årliga energistatistik. Där redovisas alla areor som av ägaren ansetts vara skolor (från förskola upp till universitet). De kan i SCBs statistik utgöra en liten del av en byggnad. Där kan ingå även sådan undervisning som kursverksamhet, vuxenutbildning, arbetsmarknadsutbildning, folkhögskolor etc. SCBs energistatistik för 2005 redovisar totalt 38,7 miljoner m² skolarea. Högskolor och universitet uppskattas vara cirka 5,8 miljoner m² uppvärmd area. Återstår 32,9 miljoner m² att jämföra med denna studies 22,3 (cirka 68 %). Differensen förklaras av de nämnda olikheterna i avgränsning. Bland annat gäller det förskolor som ligger som en mindre del av en byggnad, vilka därmed inte ingår i denna studie.

5.1 Energianvändning i skolor och förskolor

5.1.1 Tillförd energi i skolor och förskolor

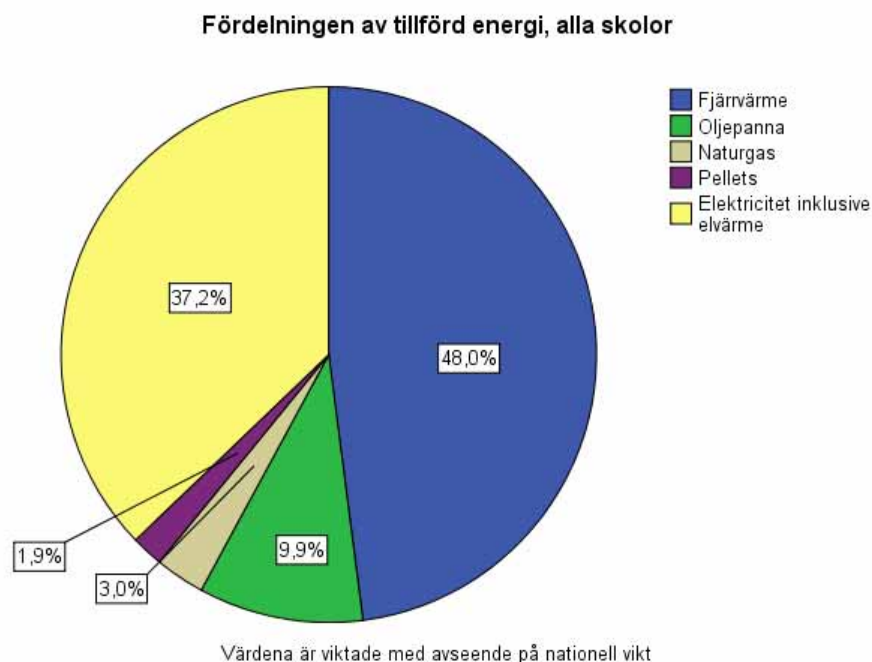
På nationell nivå är den genomsnittliga specifika tillförda energin i skolor 216 kWh/m² A_{temp}. Energianvändningen kan också uttryckas som energianvändning per barn, och den nationella genomsnittliga energianvändningen är då 3 143 kWh/barn (Tabell 2 och Tabell 3 respektive Figur 4). För undergruppen förskolor är motsvarande värden 229 kWh/m² A_{temp} och 2 912 kWh/barn och för skolor och gymnasier är värdena 213 kWh/m² A_{temp} respektive 3 165 kWh/elev. Det bör dock noteras att det underlaget är för litet för att ge statistiskt signifikanta värden vid en nedbrytning i undergrupper av detta slag.

Tabell 2 Tillförd specifik energianvändning

Tillförd energi, specifikt per area (A_{temp}) [kWh/m² A_{temp}, år]	Alla skolor	Förskolor	Skolor och gymnasier
Fjärrvärme	103,5	78,9	108,1
Oljepanna	21,5	9,3	21,6
Naturgas	6,5	10,1	5,7
Stadsgas	0,0	0,0	0,0
Rötgas	0,0	0,0	0,0
Pellets	4,2	0,0	4,8
Flis	0,0	0,0	0,0
Ved	0,0	0,0	0,0
Fjärrkyla	0,0	0,0	0,0
Annat	0,0	0,0	0,0
Elektricitet	80,3	130,8	72,8
<i>varav elvärme</i>	<i>17,8</i>	<i>58,7</i>	<i>11,6</i>
Total tillförd energi	216	229	213

Tabell 3 Tillförd energi, specifik per barn

Tillförd energi, specifikt per barn [kWh/barn, år]	Alla skolor	Förskolor	Skolor och gymnasier
Fjärrvärme	1 508,9	1 016,1	1 604,7
Oljepanna	312,8	119,2	320,7
Naturgas	94,4	129,7	84,7
Stadsgas	0,0	0,0	0,0
Rötgas	0,0	0,0	0,0
Pellets	60,8	0,0	72,0
Flis	0,0	0,0	0,0
Ved	0,0	0,0	0,0
Fjärrkyla	0,0	0,0	0,0
Annat	0,0	0,3	0,0
Elektricitet	1 166,6	1 647,3	1 083,2
<i>varav elvärme</i>	<i>258,1</i>	<i>739,0</i>	<i>172,9</i>
Total tillförd energi	3 143	2 912	3 165



Figur 4 Viktad nationell specifik energianvändning för skolor och förskolor

Uppvärmningen av skolor sker till 67 % med fjärrvärme. Oljepannor förekommer i ganska stor utsträckning och bidrar med 14 % av uppvärmningsenergin i de besiktigade skolorna. Även elvärme är vanligt (12 %), framförallt i förskolor. Naturgas förekommer också (4 %).

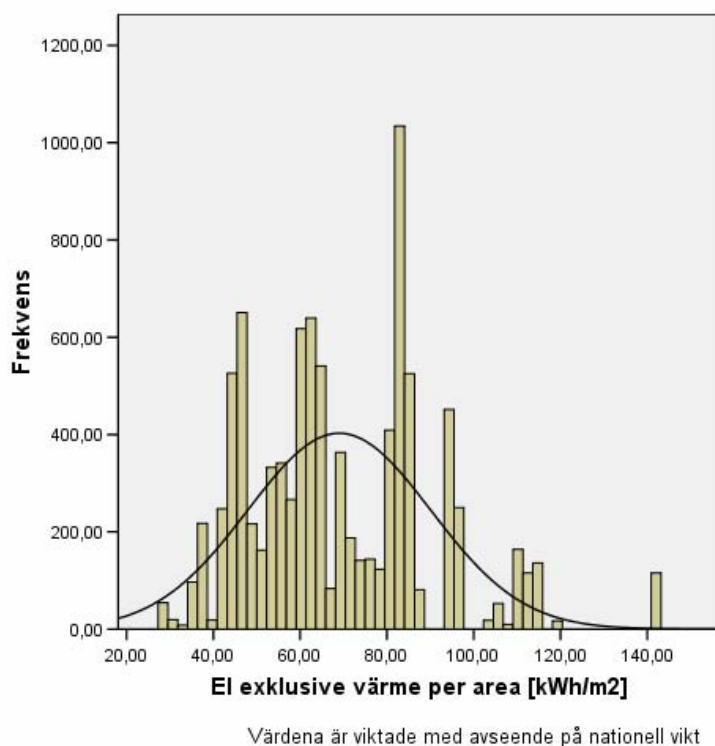
Utmärkande för skolor som använder mycket köpt energi i förhållande till sin area är att uppvärmningsenergin är betydande. Bakgrunden till detta kan vara komplex. För det mest energikrävande fallet (totalt $535 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$ och år) gäller till exempel att en del av lokalen har stora luftflöden, i storleksordningen 2,5 liter/s, m^2 vid relativt höga temperaturer, och utan värmeåtervinning. Lokalens klimatskal har ett uppskattat resulterande U-värde på närmare $0,9 \text{ W/m}^2, \text{K}$, vilket är relativt högt. De lägsta värdena för skolor i studien ligger runt $0,2\text{-}0,3 \text{ W/m}^2, \text{K}$ och ett par ligger strax över $1,2 \text{ W/m}^2, \text{K}$. Den skola som har det högsta behovet av köpt energi har också ett tillagande kök.

För de skolor med låg total energiförbrukning som ingår i studien är en förklaring att de har värmeåtervinning, och för de två fall med lägst behov av köpt energi att de också har värmepump.

För elanvändningen gäller att de skolor med högt specifikt elbehov som ingår i studien har elvärme i form av direktverkande el eller elpanna. För studiens skolor med lågt specifikt elbehov är dels uppvärmningen sällan elberoende, dels är fläk-tars och belysningsarmaturers specifika energibehov relativt lågt i dessa skolor.

5.1.2 Elanvändningen i skolor, exklusive elvärme

Det viktade nationella värdet för elanvändningen exklusive elvärme⁶ för skolor är 149 MWh per år (Figur 5). Den specifika elanvändningen exklusive elvärme är i genomsnitt 61 kWh/m² A_{temp} i skolor.



Figur 5 Viktad nationell elanvändning exklusive elvärme i skolor och förskolor

5.1.3 Elanvändningens fördelning på användningsområde

Fastighetsel och verksamhetsel är jämnstora användningsområden i skolor när elvärme inkluderas i fastighetselen. Om elvärmerna (drygt 23 % av elanvändningen) exkluderas är verksamhetens elanvändning nästan dubbelt så stor som fastighetsdriftens.

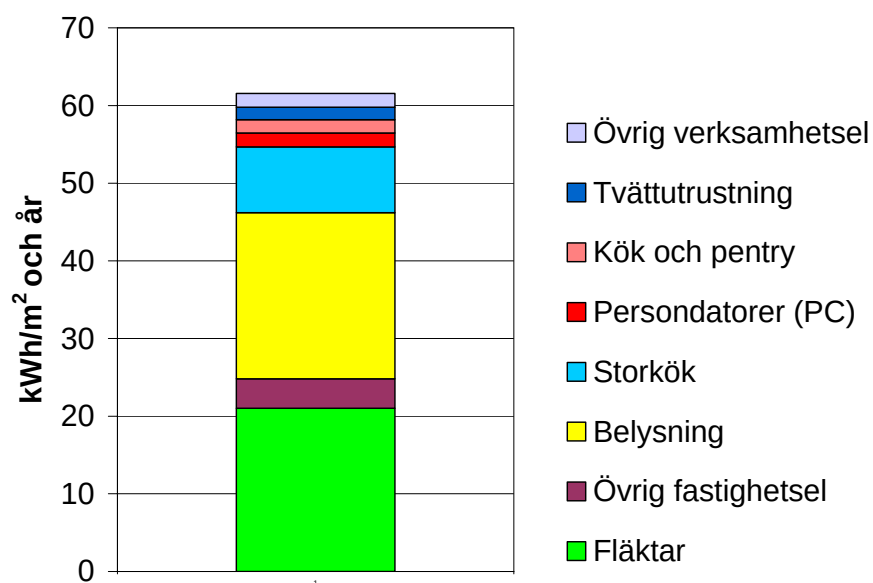
Belysning (som ingår i verksamhetsel), och fläktar (fastighetsel) är de två dominerande elanvändningsändamålen i skolor. Tillsammans utgör de mer än hälften av skolornas elanvändning. I Figur 6, Figur 7, och efterföljande tabeller och diagram redogörs för elanvändningens fördelning. Restposten, drygt 5 %, har fördelats proportionerligt över de övriga användningsområdena⁷.

⁶ Direktverkande el, el-pannor, elbatteri i luftbehandlingsaggregat, elvarmvattenberedare och värmepumpar.

⁷ Fördelningen av restposten inkluderar även elvärme.

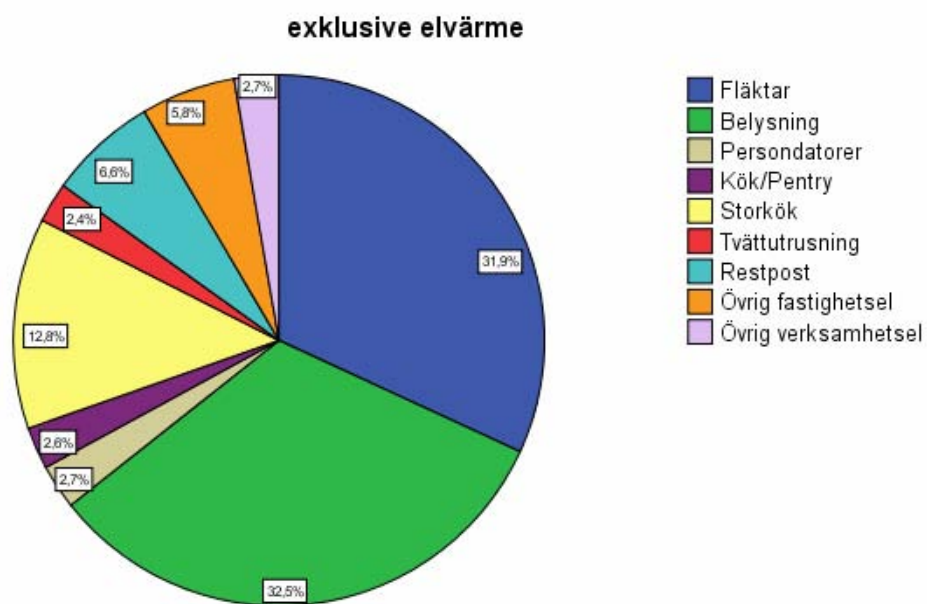
Tabell 4 Specifik elanvändnings fördelning i alla skolor, medelvärden för 129 skolor och förskolor med hänsyn till nationell vikt

Alla skolor: Elanvändningens fördelning	Restposten särredovisad:		Restposten fördelad på övriga poster:	
FASTIGHETSEL	kWh/m² A_{temp}	Andel	kWh/m² A_{temp}	Andel
Fläktar	19,9	24,8 %	21,0	26,2 %
Elvärme + Värmepumpar	17,8	22,1 %	18,6	23,2 %
Övrig fastighetsel	3,6	4,5 %	3,8	4,7 %
- Pumpar	3,3			
- Kompressorer	0,09			
- Kylmaskiner	0,09			
- Hiss	0,06			
- Annan specificerad fastighetsel	0,1			
SUMMA fastighetsel	41,2	51,5 %	43,4	54,2 %
VERKSAMHETSEL				
Belysning	20,3	25,3 %	21,4	26,7 %
Storkök	8,0	10,0 %	8,5	10,6 %
Persondatorer (PC)	1,7	2,1 %	1,8	2,2 %
Kök och pentry	1,6	2,0 %	1,7	2,1 %
Tvättutrustning	1,5	1,9 %	1,6	2,0 %
Övriga apparater	1,7	2,1 %	1,8	2,2 %
- Kopieringsmaskiner	0,5			
- Motorvärmare	0,4			
- Verkstadslokaler	0,3			
- Skrivare	0,1			
- Bastu	0,1			
- Trä och tekniskslöjdsalar, ateljéer (exkl spånsug och keramikugn)	0,1			
- Datahall och server	0,1			
- Tryckluft	0,02			
- Musikanläggningar	0,01			
- Friskvård (löpband, bubbelpool m m)	0,01			
- Syslöjd	0,01			
- Annan specificerad verksamhetsel	0,01			
SUMMA verksamhetsel	34,8	43,4 %	36,7	45,8 %
Restpost	4,1	5,2 %		
SUMMA	80,2		80,2	
SUMMA exklusive elvärme	62,3		61,2	



Figur 6 Elanvändningens fördelning i skolor och förskolor, specifikt per area och viktat till nationell nivå

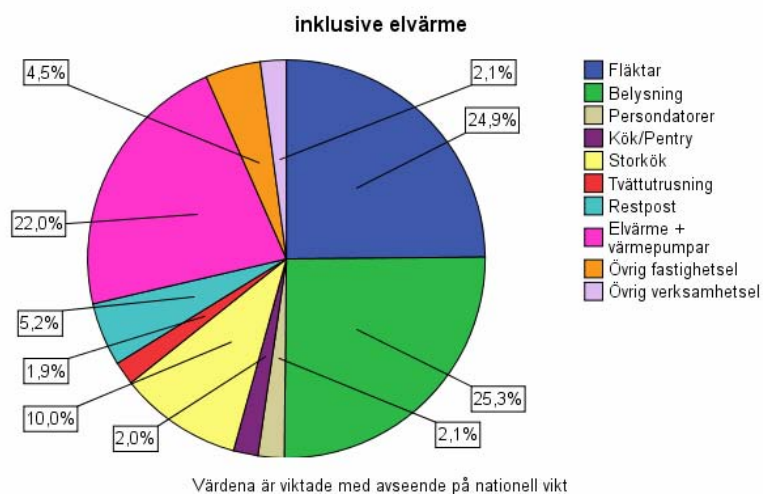
Elanvändningens fördelning, alla skolor



Värdena är viktade med avseende på nationell vikt

Figur 7 Elanvändningens fördelning på olika ändamål exklusive elvärme, värdena är uppskalade till nationell nivå

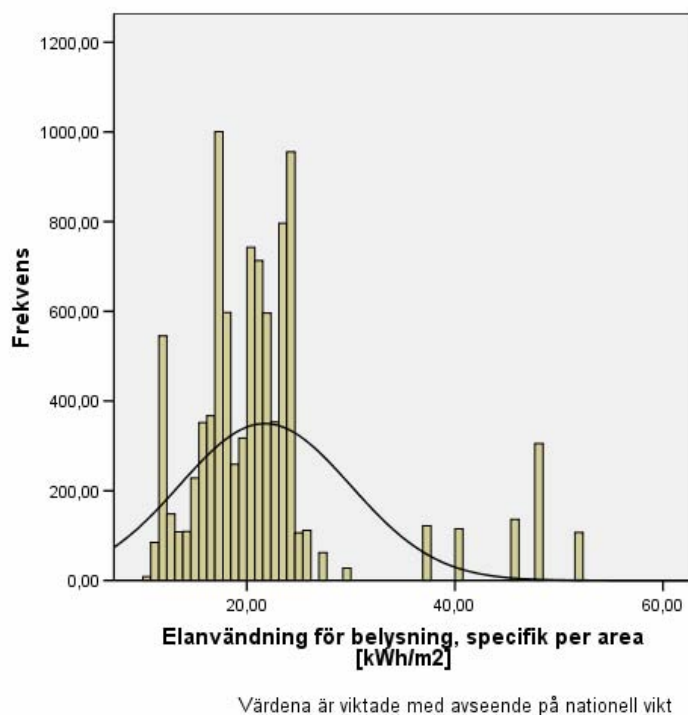
Elanvändningens fördelning, alla skolor



Figur 8 Elanvändningens fördelning på olika ändamål inklusive elvärme, värdena är uppskalade till nationell nivå

Belysningens elanvändning

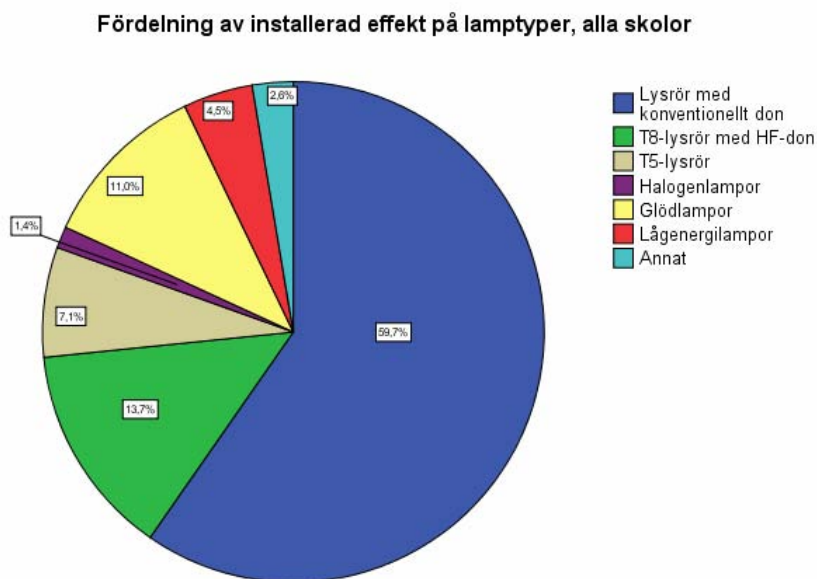
För belysning används i genomsnitt 48 MWh/år i skolor. Specifikt per area används $21,4 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$ och år. Fördelningen framgår av Figur 9.



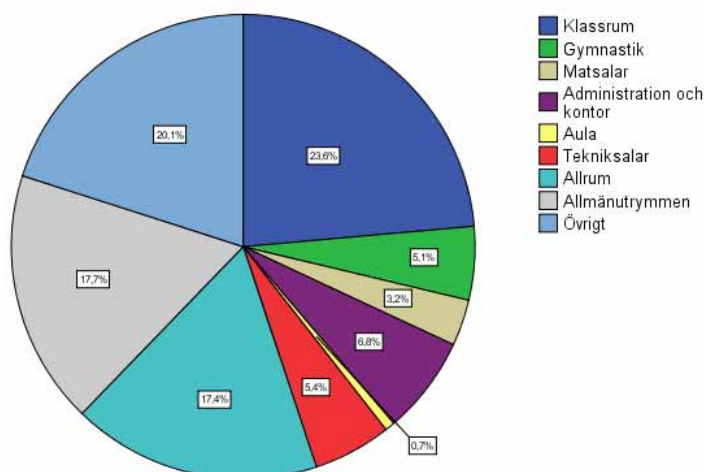
Figur 9 Belysningens elanvändning i samtliga skolor [$\text{kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$, år]. Värdena är viktade till nationell nivå.

Den vanligaste typen av ljuskälla i skolor är T8-lysrör med konventionella drivdon (Figur 10). Särskilt i skolor och gymnasier är T8-lysrör med konventionella driftdon helt dominerande. Installerad effekt redovisas också per rumstyp (Figur 11).

Den installerade effekten per area har också tagits fram eftersom det är ett enkelt nyckeltal vid bedömning av energibehovet för belysning i en lokal. Den installerade effekten per area redovisas per rumstyp och typ av ljuskälla i Tabell 5.



Figur 10 Installerad effekt för belysning i skolor och förskolor fördelat på olika typer av ljuskällor. Värdena är viktade med avseende på skolornas nationella vikt.



Figur 11 Fördelning av arean på olika rumstyper i skolor och förskolor. Värdena är viktade med avseende på skolornas nationella vikt.

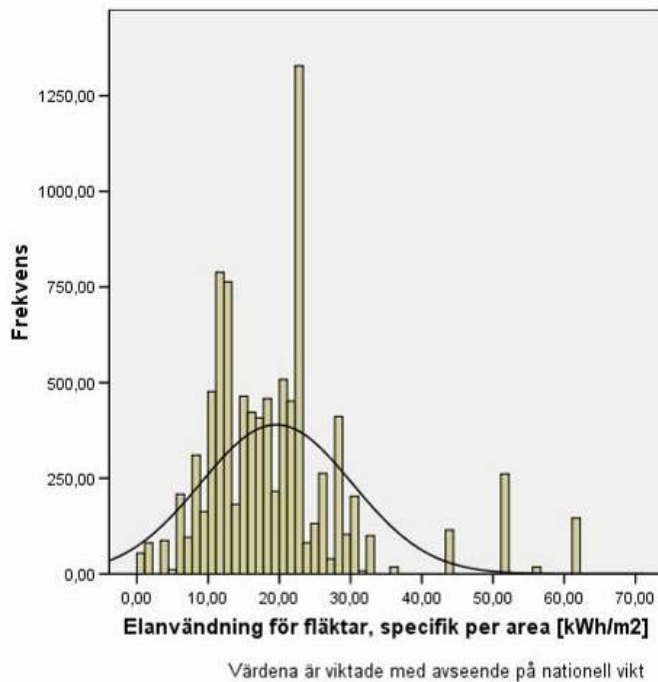
Tabell 5 Installerad effekt för belysning i olika rumstyper i skolor och förskolor och med hänsyn till deras nationella vikt [W/m²]

Alla skolor: installerad effekt per typ av ljuskälla och rumstyp [W/m ²]											
	klassrum	gymnastiksal	matsal	administration och kontor	aula	trä- och teknisksal	allrum	allmänna utrymmen	övrigt	utomhus	genomsnitt per ljuskälletyp
T8-Lysrör med konv. don	8,3	8,6	5,5	6,1	4,8	12,2	8,0	4,8	5,4	0,0	7,0
T8-lysror med HF-don	3,2	1,9	1,6	1,5	0,7	1,3	1,3	0,9	0,8	0,0	1,6
T5-lysror	1,6	0,3	0,1	1,3	0,2	0,9	1,1	0,4	0,2	0,0	0,8
Halogenlampor	0,0	0,1	0,6	0,1	1,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,2
Glödlampor	0,2	0,0	3,0	1,0	1,9	0,2	0,8	0,8	2,6	0,2	1,3
Lågenergi-lampor	0,1	0,2	1,2	0,3	0,3	0,0	0,4	1,2	0,4	0,1	0,5
Andra lampor	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,3	0,3
All belysning per rumstyp	13,4	11,1	12,0	10,3	9,2	14,8	11,7	8,2	9,3	0,7	11,7

Drifftiden har stor betydelse för hur mycket el som används för belysning. Den genomsnittliga drifftiden per skola är 1 650 timmar per år.

Fläktars elanvändning

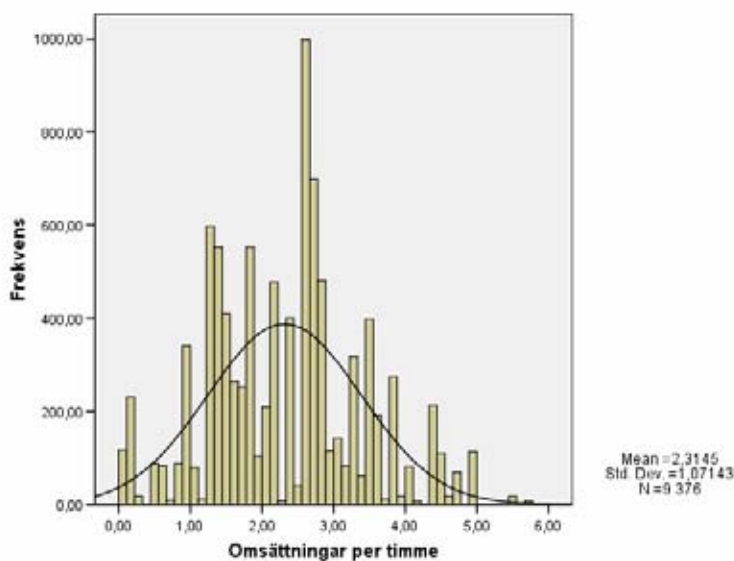
För fläktar används i genomsnitt 47,3 MWh/år i skolor. Specifikt per area används 21,0 kWh/m² A_{temp} och år. Fördelning är som framgår av Figur 13.



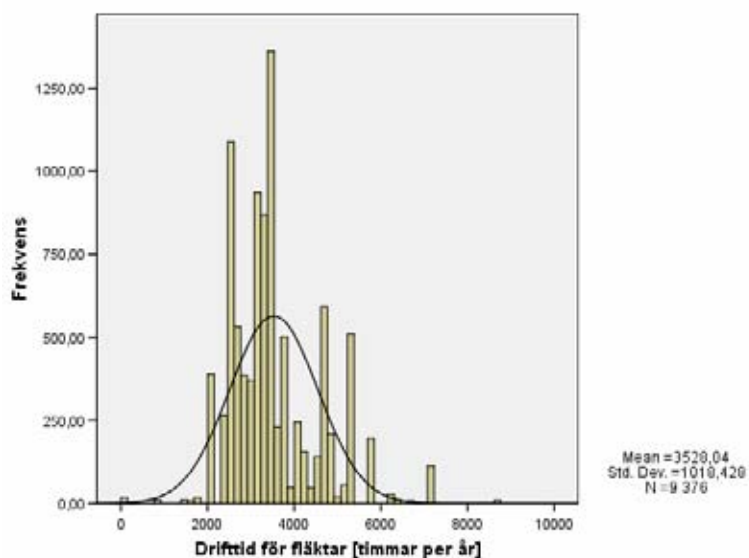
Figur 12 Fläktars elanvändning i skolor. Värdena är viktade med avseende på skolornas nationella vikt.

Olika typer av ventilationsinstallationer förekommer och ett fåtal byggnader har endast självdrag. De luftbehandlingsaggregat som finns i skolor är till helt övervägande del av typen konstant flöde (CAV). Skolor med ventilationsaggregat som är 15 år eller äldre är vanligast.

Vid inventeringarna har en uppskattning av luftomsättningen i skolor gjorts utifrån kännedom om från- och tilluft, samt byggnadens volym. Luftomsättning till följd av självdrag framkommer inte i modellen där omsättningarna beräknas utifrån fläktflöden. Luftomsättningen varierar så som redovisas i Figur 13.



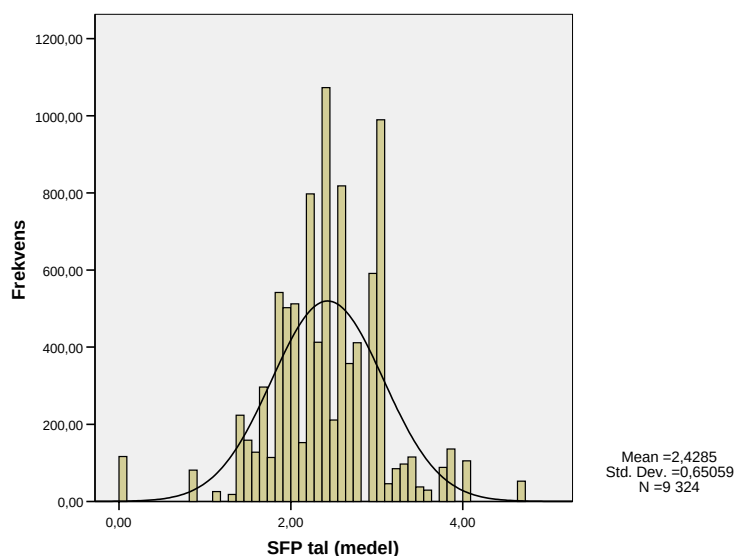
Figur 13 Luftomsättningar per timme i skolor. Värdena är beräknade från fläktflöden och med hänsyn till skolornas nationella vikt.



Figur 14 Fläktars drifttider [timmar/år] per skola. Värdena är beräknade med hänsyn till skolornas nationella vikt.

Fläktars drifttid har liksom för belysning stor betydelse för energianvändningen. Fläktars drifttid har beräknats för skolorna baserat på den installerade effekten och den totala energianvändningen för fläktar, och är i genomsnitt drygt 3 500 timmar per år, vilket framgår av Figur 14.

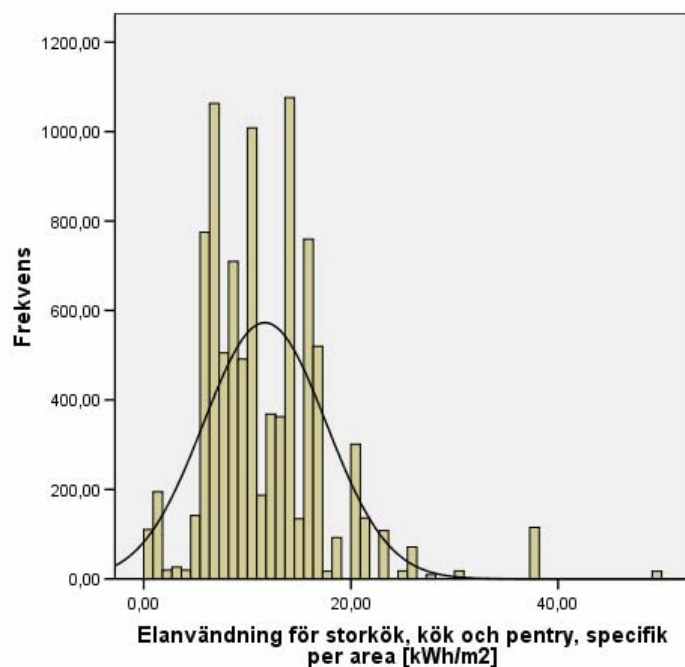
För att undersöka fläktarnas energieffektivitet har det så kallade SFP-talet (specifik fan power) beräknats. Ju lägre SFP desto effektivare är fläkten. Ett genomsnittligt SFP-tal har beräknats per skola. SFP-talet för skolor är i medeltal 2,4 (Figur 15).



Figur 15 SFP-tal för fläktar i skolor. Värdena har beräknats med hänsyn till skolornas nationella vikt.

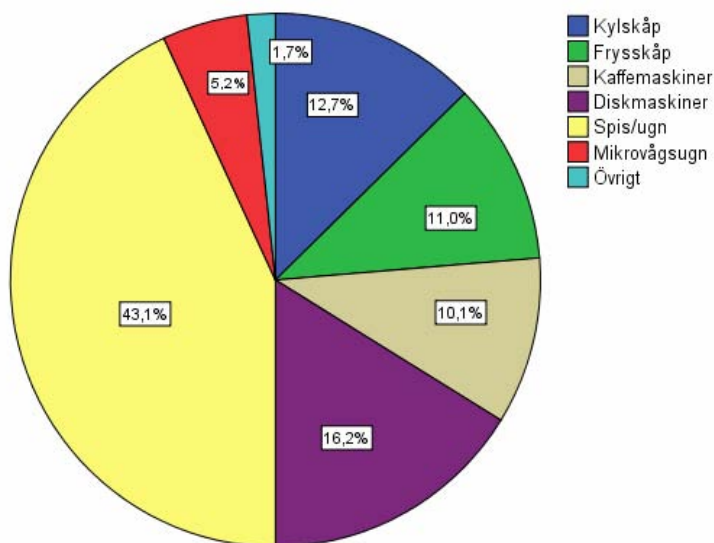
Elanvändning i storkök och pentry

Elanvändningen i storkök i skolor är i genomsnitt 27,4 MWh/år i skolor. Specifikt per area används 8,5 kWh/m² A_{temp} och år i storkök. Uttryckt i elanvändningen i storkök per portioner motsvarar det 89 kWh per år. Elanvändningen i skolans kök och pentry är i genomsnitt 7,2 MWh/år i skolor. Specifikt per area används 1,7 kWh per m² A_{temp} och år i kök och pentry. Fördelning framgår av Figur 16. Fördelningen mellan olika utrustning i kök och pentry är enligt Figur 17.



Värdena är viktade med avseende på nationell vikt

Figur 16 Elanvändningen i skolans kök och pentry. Värdena är viktade med avseende på nationell vikt.



Figur 17 Elanvändningen i skolers kök och pentryn fördelning på användningsområde (ej storkök). Värdena är viktade med avseende på skolornas nationella vikt.

Övrig elanvändning

Övrig elanvändning för fastighetsdrift i skolor utgör knappt 5 % (3,8 kWh/m² A_{temp} och år) och omfattar (presenterat i fallande ordning för posternas el-användning):

- Pumpar
- Kompressorer
- Kylmaskiner
- Hiss
- Annat specificerat

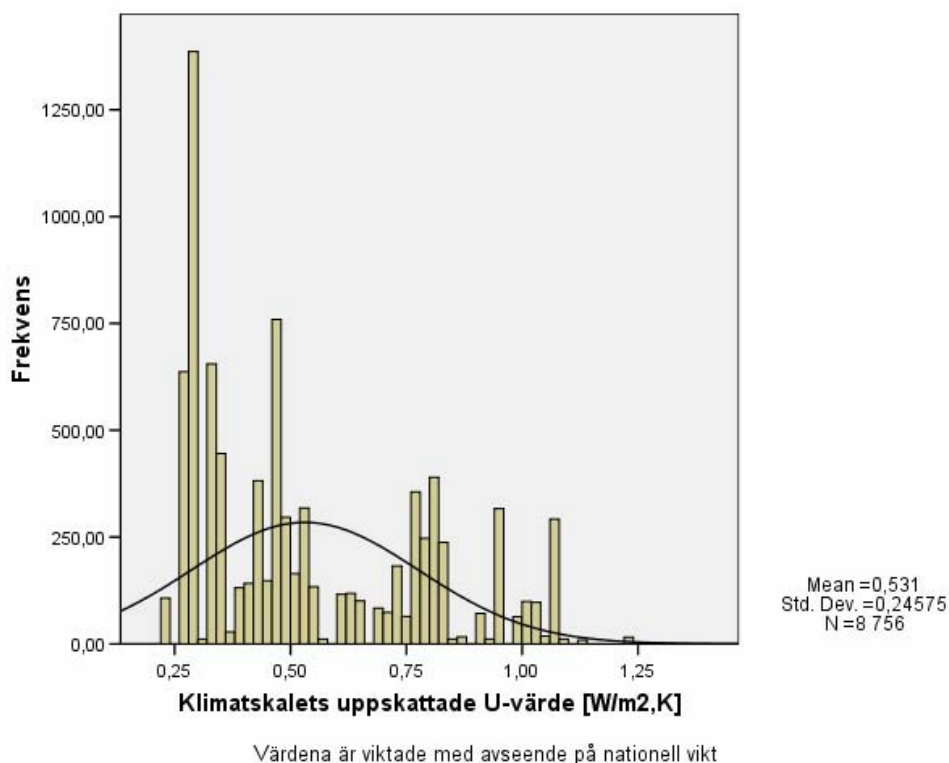
Övrig elanvändning för verksamheten i skolor utgör cirka 2 % (1,8 kWh/m² A_{temp} och år) och omfattar (presenterat i fallande ordning för posternas elanvändning):

- Kopieringsmaskiner
- Motorvärmare
- Verkstadslokaler
- Skrivare
- Bastu
- Trä och teknisklöjdsalar, ateljéer (exkl spånsug och keramikugn)
- Datahall och server
- Tryckluft
- Musikanläggningar
- Friskvård (löpband, bubbelpool m m)
- Syslöjd
- Annan specificerad verksamhetsel

5.1.4 Klimatskalets U-värde

Klimatskalets värmegenomgångsförluster (U-värde) har bedömts vid energibesiktningarna med hjälp av information från besiktningsförrättare och genom studier av konstruktions- och fasadritningar. Ett genomsnittligt U-värde har uppskattats

för varje byggnad baserat på för U-värden för väggar, fönster och tak. Ett genomsnittligt U-värde för fönster och vägg har beräknats med hjälp av den uppmätta areafördelningen. Det nationella genomsnittliga U-värdet för skolor och förskolor har beräknats till $0,53 \text{ W/m}^2, \text{ K}$, men även i detta fall är spridningen och standardavvikelsen stor.



Figur 18 De genomsnittliga värmegenomgångsförlusterna i skolornas och förskolornas klimatskal uppgår till $0,53 \text{ W/m}^2, \text{ K}$.

5.1.5 Korrelation mellan undersökta faktorer

För att undersöka samvariation mellan olika faktorer har bivariat korrelation beräknats mellan skolors specifika elanvändning och några andra faktorer med hjälp av Pearsons korrelationskoefficient, linjär korrelation (se vidare i del 2 Analys av energianvändningen). Korrelationskoefficienten varierar mellan -1 och 1, vid 0 finns ingen linjär korrelation. Resultaten fungerar vägledande, och ger inte direkta samband. Värdena för varje skola har viktats med avseende på nationell vikt och extrema fall har exkluderats. Här redovisas exempel på några samband som kan förväntas, samt vilka korrelationskoefficienter⁸ som erhållits.

- Specifik elanvändning för belysning ökar med belysningens ökande drifttid (0,697).
- Specifik elanvändning exklusive elvärme ökar med ökande specifik elanvändning för fläktar (0,615).

⁸ Samtliga redovisade samband är signifikanta på nivån 0,01.

- Specifik elanvändning för fläktar minskar med ökande U-värde för klimatskalet (-0,401).
- Specifik elanvändning för fläktar minskar med fasadens ökande andel fönsterarea (-0,336).
- Specifik elanvändning exklusive elvärme minskar med fasadens ökande andel fönsterarea (-0,314).
- Specifik elanvändning exklusive elvärme minskar med ökande area (-0,291).
- Specifik elanvändning exklusive elvärme minskar med ökande U-värde för klimatskalet (0,259).
- Specifik elanvändning exklusive elvärme ökar med ökande specifik elanvändning för belysning (0,259).
- Specifik elanvändning exklusive elvärme minskar med ökande antal elever (-0,247).
- Specifik installerad effekt för belysning minskar med ökande area (-0,246).

5.2 Innemiljö i skolor och förskolor

5.2.1 Generella slutsatser avseende innemiljö

I detta kapitel ges en sammanfattande bedömning av innemiljöstatus och status hos klimatskalet i studiens 131 statistiskt utvalda svenska skolor och förskolor. Innemiljöstatusbedömningarna baseras på en förenklad form av undersökningsmetodiken Miljöstatus för byggnader (MFB). I denna förenklade version har 29 innemiljöaspekter betygsatts och kommenterats för varje undersökt objekt. Slutsatserna från inventeringarna redovisas uppdelat i 9 huvudgrupper av innemiljöfrågor i Tabell 6.

Tabell 6 Generella slutsatser rörande inomhusmiljö i de inomhusmiljöinventerade skolorna

Magnetfält	Generellt finns det inga större problem med höga magnetfält i de undersökta objekten.
Belysning	72 % av alla undersökta förskolor och skolor saknar helt eller delvis flimmerfri belysning. Dagsljusupplysningen är generellt bra i undersökta objekt.
Luft	2 av 3 undersökta objekt har någon aspekt som ger sämre förutsättningar för god luftkvalitet. Cirka 40 % av objekten har till exempel inte godkända OVK-protokoll.
Legionella	Nästan 75 % av objekten har luftklimatproblem som kan kopplas direkt till besvär för brukarna. Problem med lufttemperaturen är den aspekt som förekommer mest, följt av luktproblem. Risken för legionella är påtaglig för undersökta skolor och förskolor.
Ljud	I drygt hälften av objekten finns det någon form av akustikproblem. Bristfällig luftljudsisolering mellan olika rum är den aspekt som orsakar flest ljudproblem, i detta avseende är förskolorna värre utsatta än skolorna.
Termiskt klimat	75 % av objekten har någon form av påtalade eller identifierade problem med det termiska klimatet. 70 % av objekten saknar någon form av solavskärmning, vilket ger varma lokaler i solutsatta lägen.
Fukt	Cirka 80 % av de undersökta objekten har någon form av fuktproblem (riskkonstruktion eller konstaterad fuktskada). I 40 % av objekten har någon form av fuktskada konstaterats vid den stickprovsmässiga inventeringen.
Städbarhet	Fuktproblem i byggnadsgrunden är den fuktaspekt som medfört flest problem. Totalt har 75 % av alla de undersökta skolorna eller förskolorna någon form av risk eller konstaterade problem med grunden. Där fuktskador konstaterats i grunden utgör 70 % av dessa kryppgrunder.
Radon	Inga objekt har genomgående bra städbarhet. Städbarheten av golv och våtrum är övervägande acceptabel, däremot är städbarheten sämre vad gäller inredningen.
	Undersökta skolor och förskolor har inga större radonproblem. I 4 % av objekten har ett radonvärde över gränsvärdet, 200 Bq/m ³ , uppmätts i rum för stadigvarande vistelse.

5.2.2 Skillnader mellan skolor och förskolor

Underhållsmässigt är fönster och fasader i bättre skick i de undersökta skolorna än i förskolorna.

Medelbetygen av inomhusmiljöfrågorna skiljer sig ytterst lite mellan de två objektsgrupperna. Om man däremot studerar de enskilda inomhusmiljöfrågorna finns ett antal signifikanta skillnader i studien:

- Rumshöjderna är lägre i förskolor än i skolor, dock är kravet på rumshöjd oftast uppnått; 2,4 meter för förskolor och 2,7 meter för skolor.
- Städbarheten är ofta sämre i förskolor än i skolor. Detta beror bland annat beroende på fler leksaker i förskolorna, vilket innebär fler hyllor och därmed en högre hyllfaktor. Skolorna uppvisar sämre städbarhetsförhållanden än förskolorna i våtrum.

- Det finns en tendens till att förskolorna har sämre klass på tilluftsfilter än skolor.
- Förskolorna har fler påtalade eller identifierade luktproblem än skolorna.
- Skolorna har fler objekt med risk för legionella än förskolorna.
- Förskolorna har mer problem med störande luftljud än skolorna.
- Skolorna har mer fuktproblem i våtrum än förskolorna.
- Förskolorna har betydligt större problem med kalla golv än skolorna.
- Skolorna har mer problem med solinstrålning, luftläckage från dörrar och fönster samt kallras än förskolorna.

5.2.3 Kostnader relaterade till underhållsbehov av klimatskal

För klimatskalet, inneklimatproblem och invändiga fuktskador har åtgärds-kostnader som uppgår till minst 50 000 SEK (exklusive mervärdesskatt) inom en 5-årsperiod har tagits fram inom ramen för denna studie. Behovet av takunderhåll utgör nästan hälften av den totala identifierade kostnaden. I kostnadssammanställningen ingår inte åtgärdande av problem som först kräver vidare utredning för att kunna definieras i omfattning (till exempel fuktskador i grunden).

Nyckeltal (SEK/m² A_{temp} för åtgärder inom en 5-årsperiod) och genomsnittskostnad per åtgärd avseende underhållsbehov för byggnadsdelarna tak, fönster och fasad har beräknats för 76 skolor och 40 förskolor. Resterande skolor och förskolor inventerades i projektets pilotstudie, där kostnadsberäkning för åtgärder i klimatskalet inte ingick.

Tak: Förskolorna i studien bedöms i genomsnitt ha en kostnad på drygt 70 SEK/m² A_{temp} medan skolorna ligger på drygt 80 SEK/m² A_{temp}. Kostnaden per åtgärd är i genomsnitt cirka 800 000 SEK för skolor och 200 000 SEK för förskolor.

Fönster: Förskolorna i studien bedöms ha en kostnad på 90 SEK/m² A_{temp} medan skolorna bedöms ligga på knappt 50 SEK/m² A_{temp}. Kostnaden per åtgärd har i genomsnitt beräknats till cirka 360 000 SEK för skolor och cirka 110 000 SEK för förskolor.

Studien visar att förskolorna har ett jämförelsevis större underhållsbehov än skolor vad gäller fönster.

Fasad: Förskolorna i studien beräknas ha en kostnad på drygt 30 SEK/m² A_{temp} medan skolorna bedöms ligga på cirka 10 SEK/m² A_{temp}. Kostnaden per åtgärd beräknas i genomsnitt vara drygt 250 000 SEK för skolor och cirka 100 000 SEK för förskolor.

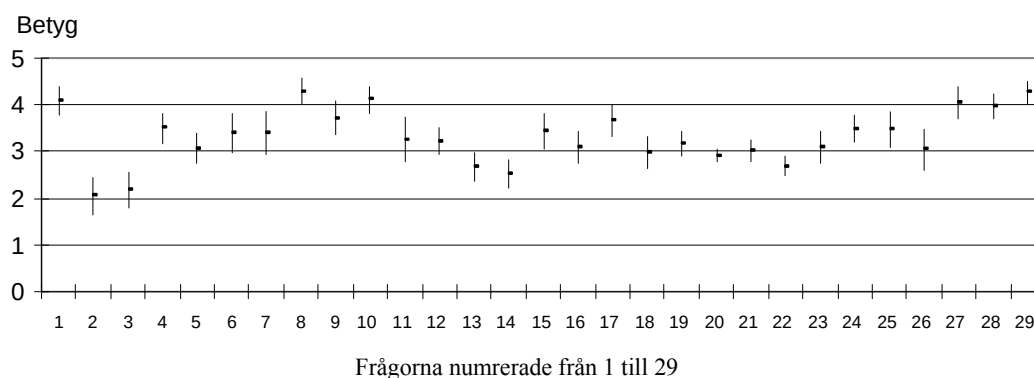
Studien visar att förskolorna har ett jämförelsevis större underhållsbehov än skolor vad gäller fasader.

Fuktskador i grunden, invändiga fuktskador - såsom våtrumsproblem- och övriga inneklimatproblem kräver oftast en utredning för att komma fram till omfattningen av problemet, för att därefter finna rätt typ av åtgärd och följaktligen kostnaden. Därför har inga nyckeltal för dessa poster tagits fram.

5.2.4 Skattning till nationella värden

I detta kapitel ges en sammanfattning av skattningen till nationell nivå för de genomförda inomhusinventeringarna. En mer komplett beskrivning ges i Bilaga 2.

Nyckeltal och kostnader enligt beskrivningen ger en bedömning av hur underhållsbehovet i svenska skolor och förskolor ser ut. Med hjälp av erhållna resultat från de undersökta skolorna och förskolorna i STIL2-studien har en uppskattning till nationell nivå gjorts, på så sätt erhålls en bedömning avseende inomhusmiljöstatus och klimatskalets status för alla svenska skolor och förskolor.

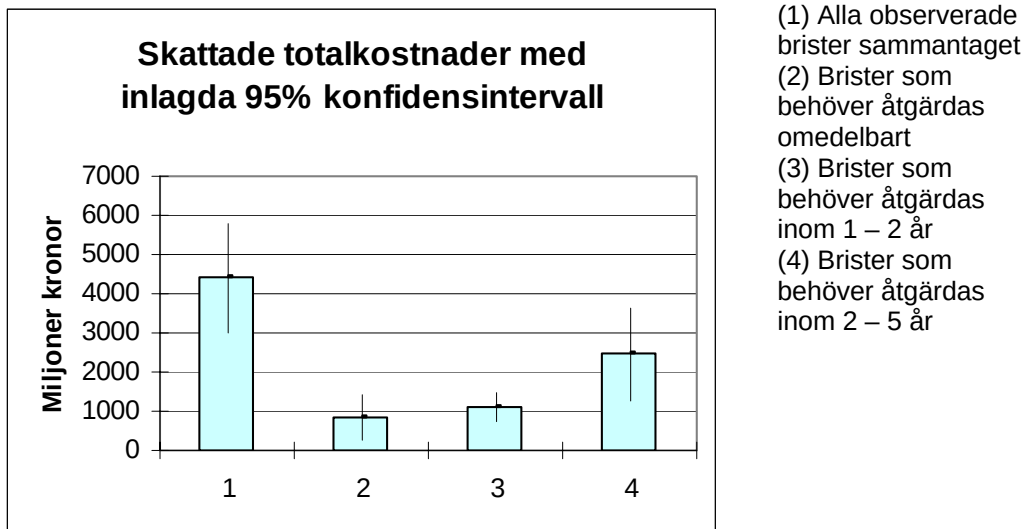


- | | | |
|-----------------------|-----------------------|------------------------------|
| 1: magnetfält | 11: OVK | 21: städbarhet golv |
| 2: HF-don | 12: rumshöjd | 22: städbarhet inredning |
| 3: legionella | 13: tilluftsfilter | 23: solinstrålning |
| 4: rumsakustik | 14: lufttemperatur | 24: drag från tilluftsdon |
| 5: installationsljud | 15: torrhet i luft | 25: luftläckage från fönster |
| 6: luftljud | 16: luktproblem | 26: kalla golv |
| 7: stegljud | 17: takavvattnings | 27: kallras |
| 8: ljud utifrån | 18: fuktskador grund | 28: dagsljusupplysning |
| 9: filterbyten | 19: våtrum | 29: radon |
| 10: kortslutningsrisk | 20: städbarhet våtrum | |

Figur 19 Klassningar för de ställda 29 inomhusmiljöfrågorna uppskalade till nationell nivå för skolor och förskolor (95 % konfidensintervall för medelvärden på de 29 inomhusmiljöfrågorna)

Tabell 7 Tabell över populationsmedelvärden och 95 % konfidensintervall

Fråga Nr	Fråga	$\bar{y}$ = skattat medelvärde	$\hat{\sigma}(\bar{y})$ = skattad standardavvikelse	95% konfidensintervall $\bar{y} \pm 2 \cdot \hat{\sigma}(\bar{y})$
1	Magnetfält	4,09	0,1483	3,79 - 4,39
2	HF-don	2,05	0,1927	1,66 - 2,44
3	Legionella	2,16	0,1870	1,78 - 2,54
4	Rumsakustik	3,50	0,1651	3,17 - 3,83
5	Installationsljud	3,06	0,1590	2,74 - 3,38
6	Luftljud	3,41	0,2085	2,99 - 3,83
7	Stegljud	3,39	0,2280	2,93 - 3,85
8	Ljud utifrån	4,28	0,1453	3,99 - 4,57
9	Filterbyten	3,72	0,1870	3,34 - 4,10
10	Kortslutningsrisk	4,11	0,1458	3,82 - 4,40
11	OVK	3,25	0,2370	2,77 - 3,73
12	Rumshöjd	3,22	0,1428	2,93 - 3,51
13	Tilluftsfilter	2,66	0,1491	2,36 - 2,96
14	Lufttemperatur	2,53	0,1562	2,22 - 2,84
15	Torrhet i luft	3,43	0,1904	3,05 - 3,81
16	Luktproblem	3,09	0,1813	2,73 - 3,45
17	Takavvattning	3,66	0,1754	3,31 - 4,01
18	Fuktskador grund	2,97	0,1679	2,63 - 3,31
19	Våtrumsproblem	3,17	0,1275	2,91 - 3,43
20	Städbarhet i våtrum	2,91	0,0625	2,78 - 3,04
21	Städbarhet golv	3,01	0,1151	2,78 - 3,24
22	Städbarhet inredning	2,69	0,1039	2,48 - 2,90
23	Solinstrålning	3,09	0,1692	2,75 - 3,43
24	Drag från tilluftsdon	3,49	0,1360	3,22 - 3,76
25	Luftläckage fr fönster	3,48	0,1821	3,11 - 3,85
26	Kalla golv	3,04	0,2140	2,61 - 3,47
27	Kallras	4,05	0,1724	3,70 - 4,40
28	Dagsljusuppfattning	3,97	0,1371	3,69 - 4,25
29	Radon	4,26	0,1249	4,01 - 4,51



Figur 20 Skattade totalkostnader uppskalat till nationell nivå för åtgärdsbehov i skolors och förskolors klimatskal

Totalkostnader för underhåll av skolors och förskolors klimatskal uppskalat till nationell nivå redovisas i Figur 20. Kostnaden för det sammanlagda underhållsbehovet beräknas uppgå till närmare 5 miljarder SEK. Det bör observeras att de uppskattade värdena är i underkant eftersom många åtgärder inledningsvis kräver utredning för att komma fram till rätt åtgärd.

5.2.5 Förslag på förbättringar

Förslag på åtgärder har tagits fram för att avhjälpa de funna bristerna i inomhusmiljön och underhåll av klimatskalet. Utifrån dessa ges följande, allmänna rekommendationer:

- Förhindra övertemperaturer i lokaler.
- Säkerställ att tilluftsflöden minst uppfyller normkravet vid aktuell personbelastning.
- Ge information och förbättra kunskapsspridningen om installationers funktionalitet med mera till brukare. Brukarna kan då få en förståelse för hur möblering och andra verksamhetsrelaterade aspekter kan inverka på inomhusmiljön.
- Mer omfattande OVK-besiktningar eller upprättande av andra former av luftkvalitetsbesiktningar bör genomföras.
- Säkerställ bra inomhusmiljö vid nybyggnad, om- och tillbyggnad samt i förvaltningsskedet. Genom att upprätta och följa upp projektspecifika krav för inomhusmiljön, från gestaltungsstadiet till förvaltningsstadiet, kan en god inomhusmiljö skapas.
- Upprätta bra förfrågningsunderlag vid upphandling av driftentreprenörer med syfte att upprätthålla en god inomhusmiljö.

- Upprätta underhållsplaner med inomhusmiljöfokus. Syftet är att förebygga större inomhusmiljöbrister genom att ge utrymme för underhållskostnader och fördela kostnaderna lämpligt över tiden. Genom denna fördelning kan bra lösningar ur ett livscykelkostnadsperspektiv väljas, och kortsiktiga lösningar kan undvikas.
- Installera bra styr- och reglerutrustning. Driftstörningar kan då snabbt identifieras och åtgärdas och klimatet behovsstyras och optimeras.
- Förbättra ljudklimatet.
- Fuktsäkra byggnaderna. Dokumentation som beskriver risker eller observerade problem upprättas. Rutiner bör också upprättas som reglerar hur fuktskador i inomhusmiljön undviks om till exempel vattenläckage uppstår.

5.3 Upplevd inomhusmiljö i skolor och förskolor

Syftet med den enkätundersökning som ingår som en del i 2006 års STIL2-studie var att undersöka hur inomhusklimatet upplevs av skolornas respektive förskolornas personal. Enkäterna har besvarats av 68 skolor och 37 förskolor. Totalt besvarade 1 965 skolpersonal och 408 förskolepersonal de standardiserade MM-enkäterna. Olika jämförelsematerial har använts för att underlätta möjligheterna till tolkning av resultatet.

5.3.1 Upplevd inomhusmiljö i skolorna

I Tabell 8 redovisas några personkaraktäristika för såväl urvalspopulationen som referensmaterialet för skolor. Frekvensen av ”ofta besvärande” miljöfaktorer respektive ”ofta uppträdande” symtom redovisas i grafisk form i Figur 21, där också referensmaterialet för arbetsmiljöer utan kända klimatproblem redovisas (skuggat område i graferna⁹). I Figur 22 redovisas också prevalensen av skolmiljörelaterade symtom. Överensstämmelsen mellan urvalspopulationen och referenspopulationen är mycket god vilket talar för att urvalet inte är särskilt ”snett”. Symtomen relateras i begränsad utsträckning till skolmiljön.

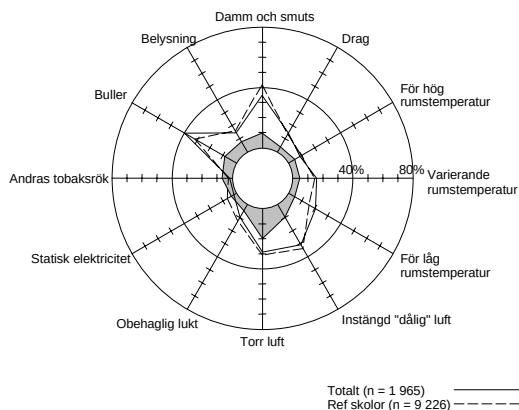
Tabell 8 Personkaraktäristika för urvalspopulationen och referenspopulationen

	Urvalspopulationen n= 1 965	Referenspopulationen N=9 226
Andel män %	21	24
Ålder (år, medel)	46	45
Rökare (%)	10	15
Andel allergiker ¹⁰ (%)	26	26

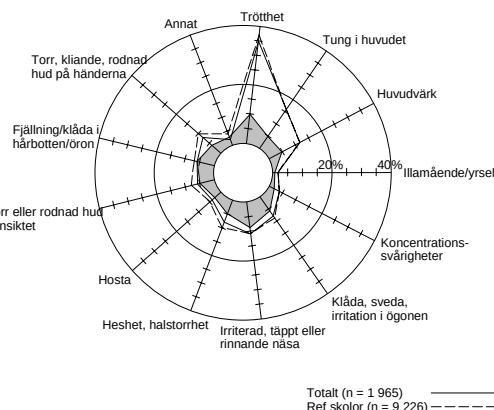
⁹ Andersson K, Fagerlund I, Larsson B. Referensdata till frågeformulär MM 040 NA-inomhusklimat (arbetsmiljö). Rapport 5/90. Yrkes- och miljömedicinska kliniken, Universitetssjukhuset, Örebro (tillgänglig via www.orebroll.se/amm)

¹⁰ Har eller har haft astma eller hösnuva.

MILJÖFAKTORER (ofta besvär) %

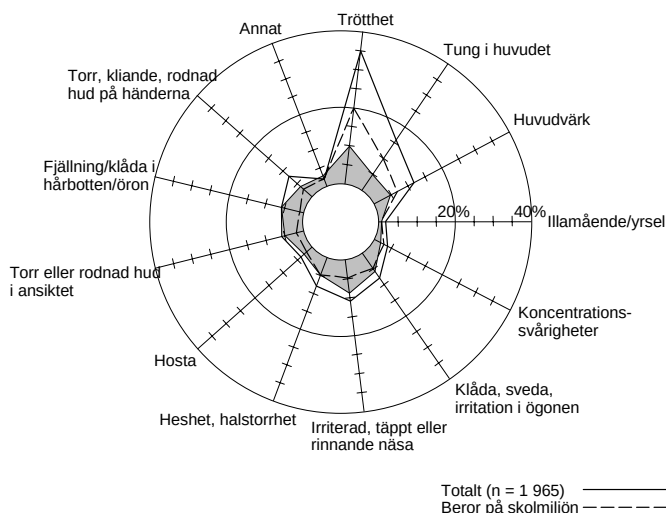


BESVÄR/SYMTOM (ja, ofta) %



Figur 21 Prevalensen av ofta besvärande miljöfaktorer eller ofta uppträdande symtom för urvalspopulationen (heldragen linje) respektive referenspopulationen (streckad linje). Det skuggade området markerar ut-fallet för arbetsmiljöer (kontor och skolor/förskolor) utan klimatproblem.

BESVÄR/SYMTOM (ja, ofta) %



Figur 22 Prevalensen av ofta uppträdande symtom för urvalspopulationen (heldragen linje) och dess uppgivna relation till skolmiljön (streckad linje). Det skuggade området markerar utfallet för arbetsmiljöer (kontor och skolor/förskolor) utan klimatproblem.

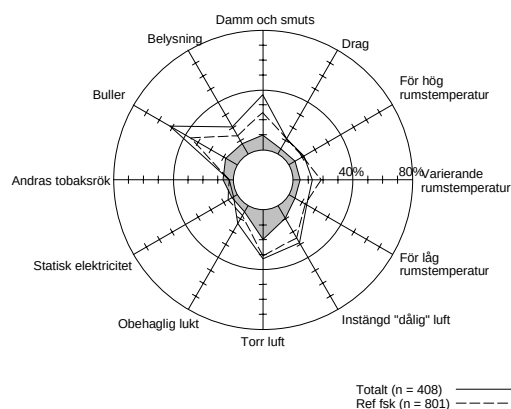
5.3.2 Upplevd innemiljö i förskolorna

I Tabell 9 redovisas några personkaraktäristika för såväl studiepopulationen som jämförelsematerialen. Frekvensen av ofta besvärande miljöfaktorer respektive ofta uppträdande symtom redovisas i grafisk form i Figur 23, tillsammans med ett referensmaterial. I Figur 24 visas utfallet för urvalspopulationen vad avser symptomförekomsten relaterad till förskolemiljön.

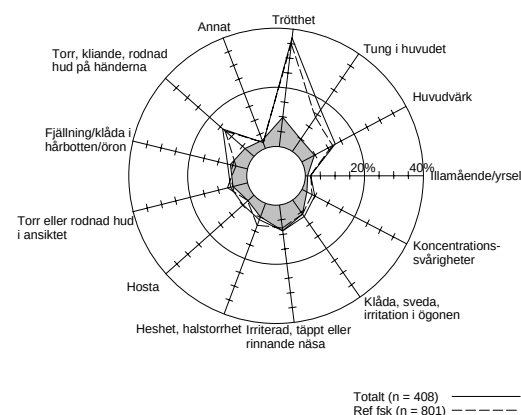
Tabell 9 Karaktäristika för förskolepersonalen samt referensmaterialet. Tabellvärdena anges i procent.

	Urvalspopulationen n = 408	Referenspopulationen n = 966
Andel män	3	2
Rökare	16	17
Astmabesvär	15	15
Hösnuva	21	20
Eksem	23	26

MILJÖFAKTORER (ofta besvär) %

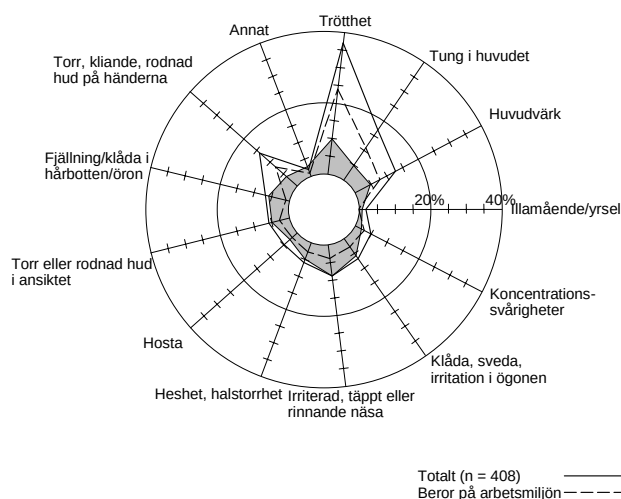


BESVÄR/SYMTOM (ja, ofta) %



Figur 23 Prevalensen av ofta besvärande miljöfaktorer eller upplevda symtom för studiepopulationen (heldragen linje) respektive referenspopulationen (streckad linje). Det skuggade området markerar utfallet för arbetsmiljöer (kontor och skolor/förskolor) utan klimatproblem.

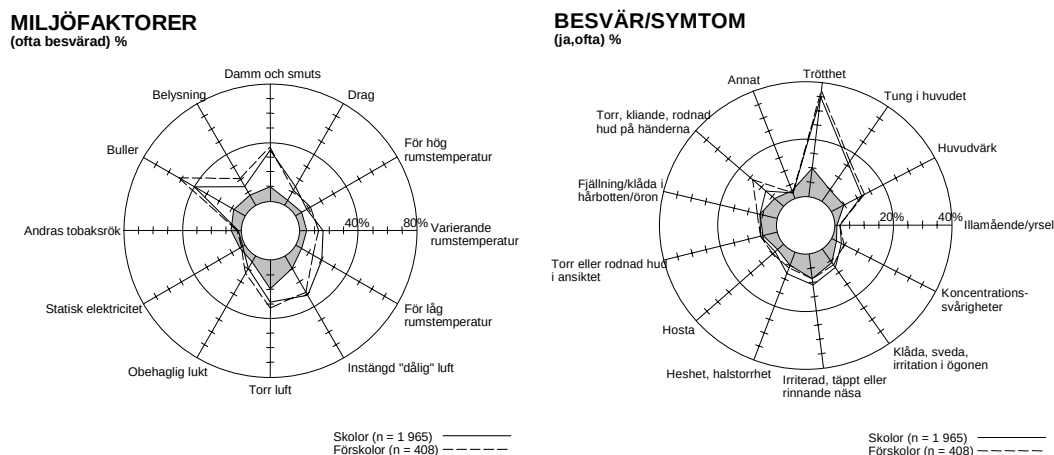
BESVÄR/SYMTOM (ja, ofta) %



Figur 24 Prevalensen av ofta uppträdande symtom för urvalspopulationen (heldragen linje) och dess uppgivna relation till skolmiljön (streckad linje). Det skuggade området markerar utfallet för arbetsmiljöer (kontor och skolor/förskolor) utan klimatproblem.

5.3.3 Jämförelse mellan skolor och förskolor av upplevd inomhusmiljö

En grov jämförelse mellan ofta besvärade miljöfaktorer och ofta förekommande symtom redovisas i Figur 25 för såväl skolor som förskolor. Personalen inom förskoleverksamheten klagar något mer på buller och belysning medan skolpersonalen besvärar något mer av låg rumstemperatur. De senare klagar något mindre på torra händer men för övrigt ses små skillnader i symtombilderna.



Figur 25 Prevalensen av ofta besvärade miljöfaktorer eller upplevda symtom för skolpopulationen (hel-dragen linje) respektive förskolepopulationen (streckad linje). Det skuggade området markerar utfallet för arbetsmiljöer (kontor och skolor/förskolor) utan klimatproblem.

5.3.4 Sambandsanalys för inomhusmiljöenkäterna

Buller

Vid inomhusmiljöbesiktningen värderas vissa bulleraspekter på en skala från 1-5, där 1 och 2 markerar dåliga förhållanden (rumsakustik, installationsljud, luftljud, stegljud och ljud utifrån). Ett övergripande **bullerindex** skapas i analysen av inomhusmiljöinventeringen som utgör summan av alla alternativ 1 och 2 för de fem bulleraspekterna. Enkäten innehåller flera frågor om bullerstörningar (ofta störd av buller, rumsakustiken, buller från ventilationen, från trafiken, från skolgården, skrapljud samt högljudda elever).

Korrelationen mellan upplevd dålig rumsakustik och värderingen vid besiktningen för rumsakustiken visar på en Pearson korrelationskoefficient på 0,19 ($p=0,123$), det vill säga inte signifikant skilt från 0. Korrelationen mellan upplevda störningar från trafiken och besiktningsvärderingen för ljud utifrån visar på en Pearson korrelationskoefficient på 0,39 ($p=0,001$), här har vi således ett värde som är kraftigt signifikant skilt från 0. Motsvarande värde för korrelationen mellan upplevd störning från ventilationen och besiktningsvärdet för ljud från installationer är 0,13 ($p=0,29$).

Korrelationen mellan bullerindex enligt inomhusmiljöbesiktningen och "ofta störd av buller" visar på en Pearson korrelationskoefficient på 0,19 ($p=0,123$), det vill säga

inte signifikant skilt från 0. Korrelationen mellan enkätalternativet ”ofta störd av buller” och andra upplevda bullerbesvär redovisas i Tabell 10.

Tabell 10 Pearsonkorrelationen och tillhörande p-värde mellan enkätalternativet ”ofta störd av buller” och uppgivna bullerkällor

Andra upplevda bullerbesvär	Pearson korrelationskoefficient	p-värde
Ventilationen stör	0,42	<0,001
Buller utifrån	0,07	n.s.
Buller från skolgården	0,23	n.s.
Skrapljud från stolar	0,70	< 0,001
Högljudda elever	0,72	< 0,001
Dålig rumsakustik	0,65	<0,001

ns = icke-signifikant

Korrelationen mellan den upplevda rumsakustiken och högljudda elever är stark ($r=0,47$, $p<0,001$), vilket också gäller korrelationen mellan rumsakustiken och skrapljud från stolar ($r=0,60$, $p<0,001$). Vidare korrelerar upplevd trötthet korrelerar till högljudda elever ($p=0,001$) och skrapljud men inte till ventilationsbuller, buller från trafik eller skolgård.

Det finns en viss överensstämmelse mellan värderingarna från inommiljöinventeringarna och utfallet av enkäten. Upplevda bullerstörningar korrelerar starkt till såväl högljudda elever, skrapljud som dålig rumsakustik men också till bullerstörningar från ventilationen. Upplevd trötthet korrelerar i hög utsträckning till rapporterade bullerstörningar. Det är lämpligt att genomföra kompletterande analyser de olika enkätvariablerna på persondatabasen som omfattar nästan 2 000 personer, på detta sätt kan ännu mer relevanta multivariata analyser genomföras.

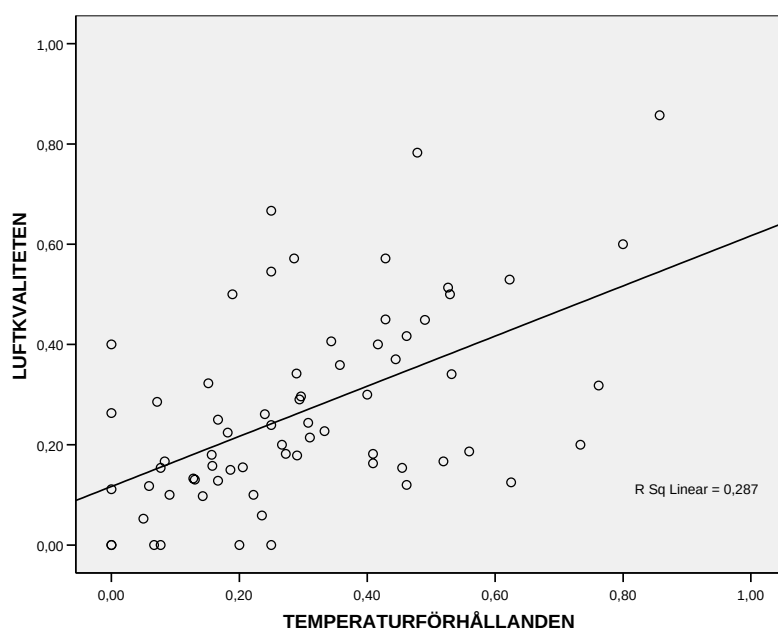
Tabell 11 Korrelationen mellan antalet miljöfaktorer, symtom samt medelbetyg av inommiljön baserat på besiktningsbedömningar

KORRELATIONER - Pearson korrelationskoefficient							
	ANTAL MILJÖFAKTORER	ALLMÄNNA SYMTOM	SLEMHINNEBESVÄR	HUDBESVÄR	ANTAL SYMTOM	ANTAL ARBETSPLATSRELATERADE SYMTOM	MEDEL BETYG
ANTAL MILJÖFAKTORER	1	,457**	,368**	,430**	,561**	,484**	,008
	68	,000	,002	,000	,000	,000	,952
ALLMÄNNA SYMTOM	,457**	1	,378**	,423**	,769**	,690**	-,125
	,000	68	,001	,000	,000	,000	,320
SLEMHINNEBESVÄR	,368**	,378**	1	,460**	,705**	,619**	-,022
	,002	,001	68	,000	,000	,000	,863
HUDBESVÄR	,430**	,423**	,460**	1	,733**	,594**	-,182
	,000	,000	,000	68	,000	,000	,146
ANTAL SYMTOM	,561**	,769**	,705**	,733**	1	,839**	-,106
	,000	,000	,000	,000	68	,000	,400
ANTAL ARBETSPLATSRELATERADE SYMTOM	,484**	,690**	,619**	,594**	,839**	1	-,002
	,000	,000	,000	,000	,000	68	,988
MEDEL BETYG	,008	-,125	-,022	-,182	-,106	-,002	1
	,952	,320	,863	,146	,400	,988	65
	65	65	65	65	65	65	65

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Innemiljöbesiktningens medelbetyg av inomhusmiljön

Det uppgivna medelbetyget från inommiljöbesiktningen korrelerar inte signifikant mot enkätuppgifterna vilket framgår närmare av Tabell 11. Detta överensstämmer med tidigare erfarenheter. Innommiljön är komplex och mycket svår att beskriva med ett enda övergripande mått. Det är vanligen mer givande att studera delfrågor, exempelvis avseende buller och temperaturförhållanden, vilket också framgår av ovanstående analysförsök. En svårighet är den nära koppling som ses mellan olika upplevda miljöparametrar, exempelvis upplevd luftkvalitet och temperaturförhållanden enligt Figur 26.



Figur 26 Korrelationen mellan upplevd luftkvalitet och upplevda temperaturförhållanden, ($r=0,54$, $p<0,001$)

5.3.5 Kommentarer, diskussioner och slutsatser för inommiljöenkäterna

Bortfallet är relativt stort för skolmaterialet (26 %) men litet för förskolorna (7 %). En viktig orsak till skolbortfallet är framför allt pågående aktiviteter eller nyligen genomförda arbetsmiljökartläggningar, exempelvis i Göteborgs kommun. Jämförelser med utfallet från tidigare kommunvisa kartläggningar med samma instrument visar mycket påtagliga likheter, varför det är rimligt att anta att här redovisat resultat ger en acceptabel bild av hur inomhusklimatet i svenska skolor och förskolor upplevs. Uppviktningsnivå medför små skillnader vilket ytterligare stöder denna slutsats.

De använda MM-enkäterna för skolpersonal och förskolepersonal är identiska vad avser flertalet frågor varför jämförelser kan göras. Såväl personal i skolor som förskolor besvaras framför allt av instängd, dålig luft, temperaturförhållandena, buller och bristande städning. Högljudda elever utgör en väsentlig bullerkälla, men klagomål förekommer också på bullerstörningar från ventilation och biltrafik. Personalen rapporterar förekomst av ofta förekommande allmänsymtom, främst

trötthet och tungthetskänsla i huvudet men endast i liten utsträckning besvärande slemhinne- eller hudsymtom. De senare relateras i liten utsträckning till de aktuella miljöerna. Personal inom förskoleverksamheten rapporterar i högre utsträckning besvär av torr och rodnad hud på händerna, som rimligen väsentligen kan hänföras till verksamheten som sådan.

Vid sambandsanalyser mellan upplevd inomhusmiljö och besiktningsdata för inomhusmiljö och energi gäller det att hitta ett övergripande mått på det upplevda inomhusklimatet. Antalet ofta besvärande miljöfaktorer tycks vara ett rimligt mått, eftersom det korrelerar relativt starkt till antalet upplevda symtom i olika konstellationer.

Även om det upplevda inomhusklimatet och förekomsten av rapporterade symtom skiljer sig avsevärt mellan olika skolenheter, vilket i sig skulle vara fördelaktigt vid studier av samband mellan upplevelsefaktorer och besiktningsdata, fås relativt stabila medelvärden, oavsett om viktning sker eller ej. Den övergripande slutsatsen blir därför att den aktuella undersökningen ger en acceptabel och rimlig bild av hur personal inom skol- och förskoleverksamheten upplever miljön.

5.4 Sambandsanalyser mellan projektets tre delstudier

Med utgångspunkt från STIL2-projektets energibesiktningar, inomhusmiljöbesiktningar och inomhusmiljöenkätsvar kan en rad samband undersökas mellan uppgifter i studiens tre delar. Vissa begränsningar av möjligheterna till sambandsanalyser finns dock genom att uppgifterna i energibesiktningarna, inomhusmiljöbesiktningarna och enkätdata ursprungligen inte anpassats för sådana analyser. I detta kapitel presenteras resultatet av ett antal sambandsanalyser som har genomförts. Ytterligare analyser kan självständigt göras baserat på det rika STIL2-materialet som i sin helhet kan laddas ned från Energimyndighetens hemsida, www.energimyndigheten.se.

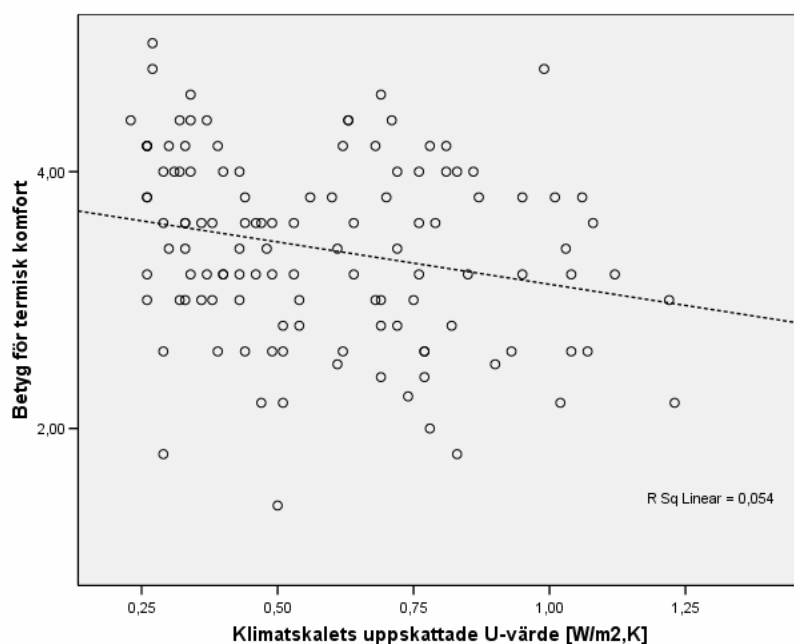
5.4.1 Genomförda sambandsanalyser

Ett mycket stort antal samband kan sökas mellan de genomförda delstudierna. I den genomförda analysen har 36 olika samband mellan studiens delstudier undersökts. Endast tre av dessa 36 samband har visat sig vara signifikanta. Dessa tre är värmegenomgångstalet för klimatskalet (U-värde) i förhållande till betyg för termiskt komfort, ventilationens effektivitet (uttryckt i SFP-tal) i förhållande till specifikt ventilationsflöde respektive specifik elanvändning för belysning (kWh/m²) i förhållande till betyg för ljuskvalitet. Samtliga 36 genomförda sambandsanalyserna listas i Tabell 12.

5.4.2 Energianvändning i förhållande till genomsnittligt inomhusmiljöbetyg

Vid en plottning av skolornas totala energianvändning mot deras genomsnittliga inomhusmiljöbetyg framgår att länken mellan energianvändning och inomhusmiljö är mycket svag, Pearson korrelationskoefficienten är -0,020. Det finns en svag

tendens att energieffektiva skolor har bättre genomsnittligt inomhusklimat, men spridningen är stor.



Figur 27 Byggnadens genomsnittliga värmegenomgångstal i förhållande till genomsnittligt inomhusklimat

Klimatskalets prestanda har betydelse för det genomsnittliga inomhusklimatet. En analys av inventeringsresultaten visar en tendens att ett lägre genomsnittligt värmegenomgångstal ger ett bättre genomsnittligt inomhusklimat, men spridningen är stor. Men det finns ett signifikant samband mellan byggnadens genomsnittliga genomgångsförluster (U-värde) och inomhusklimatet för termisk komfort (Pearson korrelationskoefficient -0,286). Här ser man att betyget för termiskt inneklimat ökar med bättre värmegenomgångstal, men spridningen är stor även här.

5.4.3 Ventilationsflöde i förhållande till inomhusklimat

Vid analys av de genomförda inventeringarna kan inget signifikant samband mellan ventilationsflöde och inomhusklimat ses. Alla inventerade skolor uppfyller Boverkets krav på ventilationsflöden. Möjligen kan en svag tendens urskiljas att ökade ventilationsflöden ger ett bättre luftkvalitetsbetyg. Dock ska kommenteras att även här är spridningen stor, och många skolor med relativt låga ventilationsflöden har luftkvalitetsbetyg högre än 3. En slutsats är att ökade luftflöden inte automatiskt innebär en bättre inomhusklimat. Ytterligare analys av dessa data behövs för att kunna dra mer långtgående slutsatser. Vid en plottning av skolornas elanvändning mot betyget för luftkvalitet erhålls heller inget signifikant samband.

Det enda signifikanta sambandet som kan ses i studien avseende ventilation är förhållandet mellan ventilationsanläggningarnas SFP-tal och det specifika ventilationsflödet (Pearson Correlation 0,308).

Tabell 12 Genomförda sambandsanalyser**U-värde > Upplevda temperaturförhållanden**

U-värde > Betyg för termiskt komfort

Upplevt termiskt klimat > Betyg för termiskt komfort

SFP-tal > Specifikt ventilationsflöde

SFP-tal > Drifftid för fläktar

SFP-tal > Betyg för luftkvalitet

SFP-tal > Upplevd luftkvalitet

Specifikt ventilationsflöde > Drifftid för fläktar

Specifikt ventilationsflöde > Betyg för luftkvalitet

Specifikt ventilationsflöde > Upplevd luftkvalitet

Drifftid för fläktar > Betyg för luftkvalitet

Drifftid för fläktar > Upplevd luftkvalitet

Betyg för luftkvalitet > Upplevd luftkvalitet

Andel fönster > Betyg för termisk komfort

Andel fönster > Upplevda temperaturförhållanden

Betyg för termisk komfort > Upplevda temperaturförhållanden

Andel fönster > Betyg för ljuskvalitet

Elanv. för belysning (kWh/m²) > Installerad effekt för belysn (W/m²)**Elanvändning för belysning (kWh/m²) > Betyg ljuskvalitet**Belysning för svag/bländning/reflexer > Elanv för belysning (kWh/m²)Belysning för svag/bländning/reflexer > Installerad effekt för bel. (W/m²)

Belysning som är för svag/bländning/reflexer > Betyg för ljuskvalitet

Belysning som är för svag/bländning/reflexer > Andel fönster

Installerad effekt för belysning (W/m²) > Betyg ljuskvalitetTotal energianvändning (kWh/m²) > Genomsnittligt inomhusbetygTotal energianvändning (kWh/m²) > Antalet klagomålsfaktorerGenomsnittligt inomhusbetyg > Area (m²)

Genomsnittligt inomhusbetyg > Antal anställda

Genomsnittligt inomhusbetyg > Area (m²) per barn

Genomsnittligt inomhusbetyg > Antalet klagomålsfaktorer

Antal anställda > Antalet klagomålsfaktorer

Antal barn/elever > Antalet klagomålsfaktorer

Area (m²) per barn > Antalet klagomålsfaktorerArea (m²) > Antalet klagomålsfaktorerArea (m²) > Genomsnittligt inomhusbetyg

Huvudbyggnadens ålder > Huvudventilationsaggregatets installationsår

Pearson Correlation: -0,161

Pearson Correlation: -0,286

Pearson Correlation: 0,066

Pearson Correlation: 0,308

Pearson Correlation: -0,047

Pearson Correlation: -0,167

Pearson Correlation: 0,046

Pearson Correlation: 0,009

Pearson Correlation: -0,020

Pearson Correlation: -0,120

Pearson Correlation: -0,032

Pearson Correlation: 0,043

Pearson Correlation: -0,077

Pearson Correlation: 0,183

Pearson Correlation: -0,065

Pearson Correlation: 0,066

Pearson Correlation: -0,047

Pearson Correlation: 0,217

Pearson Correlation: -0,280

Pearson Correlation -0,051

Pearson Correlation -0,157

Pearson Correlation: -0,034

Pearson Correlation: 0,178

Pearson Correlation: -0,148

Pearson Correlation: -0,020

Pearson Correlation: -0,194

Pearson Correlation: -0,081

Pearson Correlation: 0,062

Pearson Correlation: 0,182

Pearson Correlation: 0,022

Pearson Correlation: 0,132

Pearson Correlation: 0,118

Pearson Correlation: 0,080

Pearson Correlation: 0,148

Pearson Correlation: -0,081

Pearson Correlation: -0,138

ej signifikant

signifikant på 0,05

ej signifikant

signifikant på 0,05

ej signifikant

ej signifikant

ej signifikant

ej signifikant

ej signifikant

ej signifikant

ej signifikant

ej signifikant

ej signifikant

ej signifikant

ej signifikant

ej signifikant

ej signifikant

signifikant på 0,05

ej signifikant

ej signifikant

ej signifikant

ej signifikant

ej signifikant

ej signifikant

ej signifikant

ej signifikant

ej signifikant

ej signifikant

ej signifikant

ej signifikant

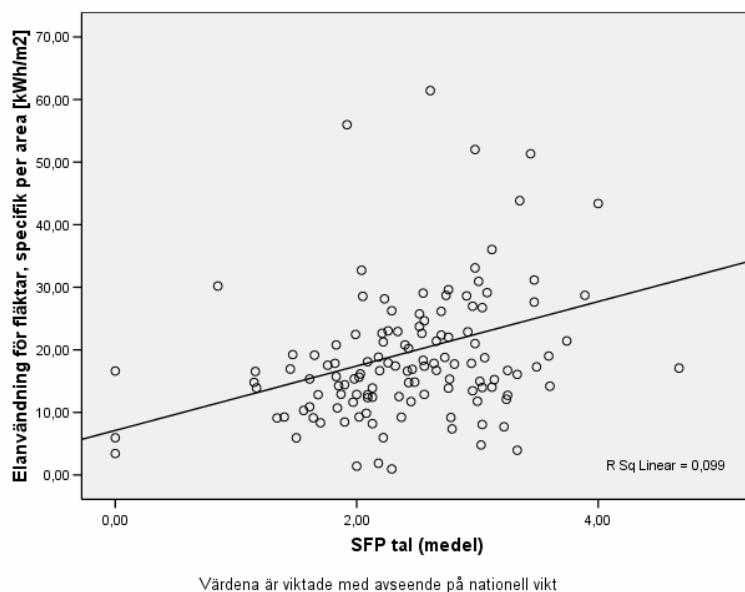
ej signifikant

ej signifikant

ej signifikant

ej signifikant

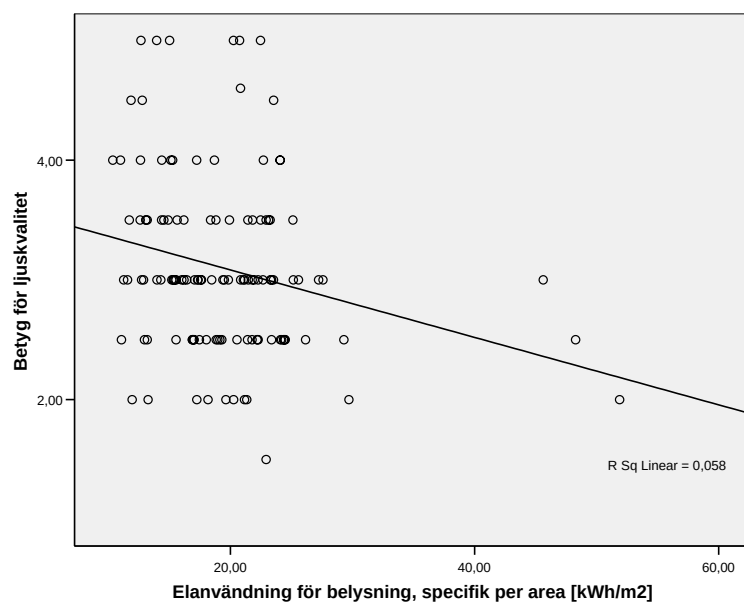
ej signifikant



Figur 28 Förhållandet mellan ventilationsanläggningarnas SFP-tal och det specifika ventilationsflödet (Pearson Correlation 0,308)

5.4.4 El för belysning i förhållande till ljuskvalitet

En intressant observation är att skolor med bättre betyg för ljuskvalitet har låg specifik elanvändning för belysning (Figur 29). Det finns två möjliga förklaringar till detta. Dels är moderna energieffektiva belysningsarmaturer försedda med högfrekvensdriftdon (HF-don), vilka ger mindre flimmer än äldre belysningsarmaturer med konventionella driftdon. Dels kan det vara så att skolor med låg elanvändning för belysning kan vara bättre optimerade med avseende på dagsljusanvändning, och dagsljus kan ha uppfattats ha högre kvalitet än artificiell belysning.



Figur 29 Genomsnittsbetyget för belysningskvalitet är högre vid låg elanvändning

5.4.5 Kommentarer till sambandsanalyserna

Det finns ett antal signifikanta korrelationer inom de olika delprojekten. Däremot kan som nämnts ovan inte så många säkra samband mellan exempelvis enkätdata, energidata och miljöbesiktningsdata konstateras. Förklaringar till detta kan vara den komplexa skolmiljön men också att samordningen av datainsamlade för projektets olika deländamål inte var helt optimal. Genom att planeringen av de tre projektdelarna energibesiktning, innemiljöbesiktning och enkätundersökningen inte kunde genomföras helt parallellt kunde optimal justering av parametrarna inte uppnås. Trots detta ses flera intressanta samband som kan studeras vidare i framtida projekt.

6 Jämförelse av energianvändning i skolor mellan 1990 och 2006

Den ursprungliga STIL-studien genomfördes i början av 1990-talet i Vattenfalls regi inom ramen för deras projekt Uppdrag 2000¹¹. Den omfattade energianvändning i alla typer av lokaler, däribland förskolor och skolor. Kategorin skolor omfattade också högskolor vilka inte ingår i den nu genomförda undersökningen.

Trots en del svårigheter med jämförbarheten mellan de båda studierna presenteras här en bild av vad som hänt från 1990 till 2006 med specifik elanvändning med mera. I detta kapitel finns också inledningsvis några basdata om utvecklingen av det totala beståndet av skolor enligt SCBs energistatistik. I kapitel 6.4 ges en mer utförlig beskrivning av hur den ursprungliga STIL-studien gjordes.

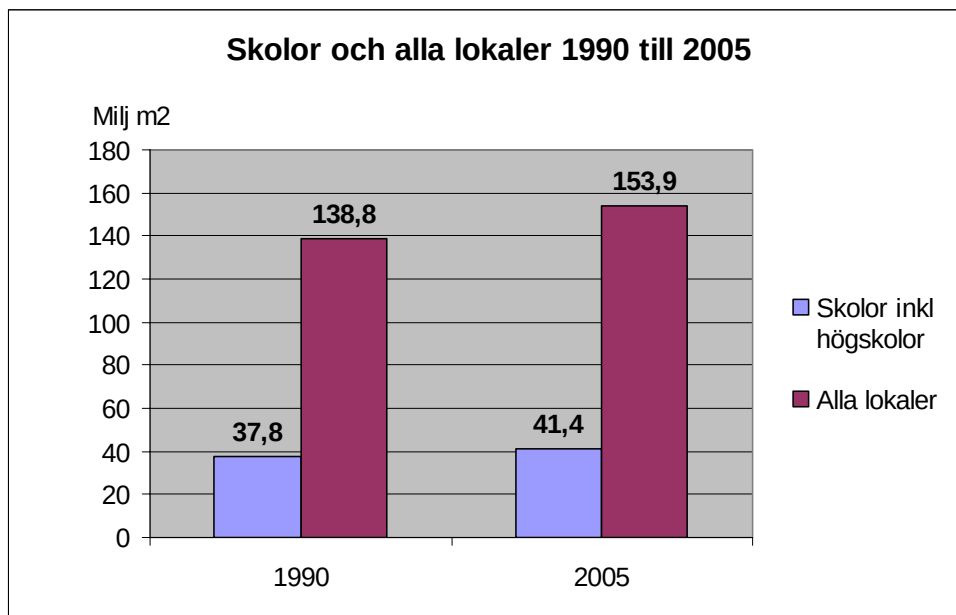
6.1 Skolorna i översikt 1990 till 2005

För att ge en totalbild av skolornas utveckling och uppvärmningssätt är SCBs energistatistik den lämpligaste källan. Här beskrivs *alla skolor* inklusive högskolor¹².

Skolornas totala area har ökat från cirka 37,8 miljoner m² år 1990 till 41,4 miljoner m² år 2005. Ökningen på cirka 10 % ligger procentuellt i nivå med hur hela lokalsektorn har ökat under samma period.

¹¹ Lokalerna och energihushållningen. Rapport från STIL-studien inom Uppdrag 2000. Vattenfall rapport U 1991/70.

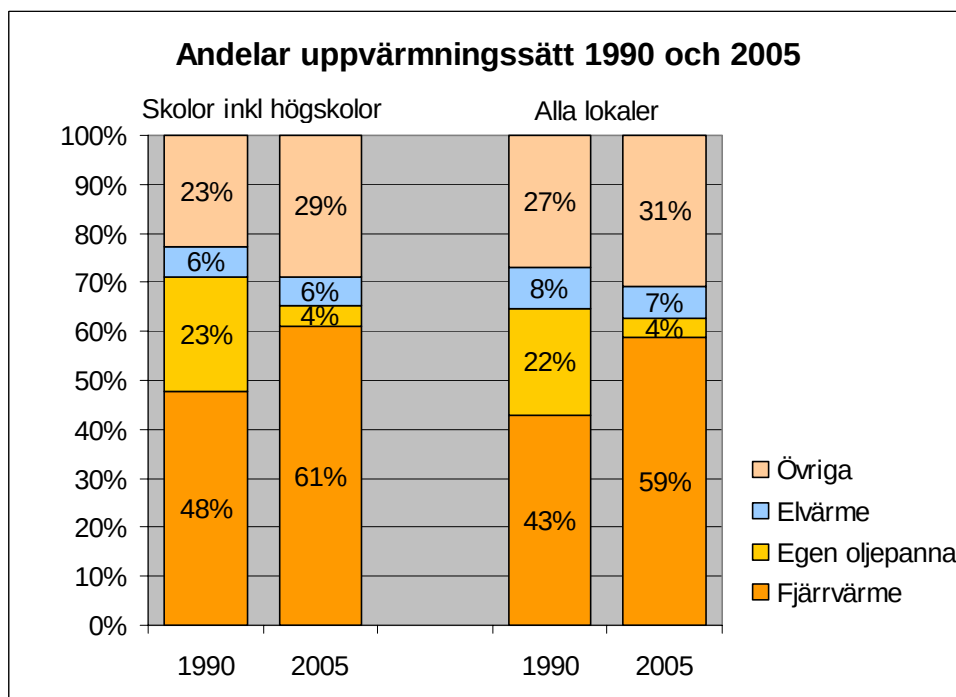
¹² SCBs energistatistik för skolor omfattar sedan 2001 förskolor, grundskolor, gymnasial utbildning och högskolor. År 1990 ingick förskolor som en del av en annan SCB-kategori. Dess area år 1990 har beräknats till ca 7 miljoner m² vilket ingår i stapeln i figuren.



Figur 30 Uppvärmad area i skolor respektive alla lokalbyggnader 1990 och 2005

Källa: Bearbetning av SCBs energistatistik för lokaler samt summeringsrapporter

För uppvärmning är fjärrvärme dominerande, detta gäller för skolor liksom för lokaler i allmänhet. Figur 31 visar areans fördelning på ”huvudsakligt uppvärmningssätt” enligt SCBs energistatistik.



Figur 31 Andel av arean med olika huvudsakliga uppvärmningssätt i skolor respektive alla lokalbyggnader 1990 och 2005

Källa: Bearbetning av SCBs energistatistik för lokaler samt summeringsrapporter

Undervisningslokalerna värms idag till 61 % med fjärrvärme, och andelen har ökat tydligt sedan 1990. Egen oljepanna som huvudsakligt uppvärmningssätt har minskat kraftigt från 23 % till några få procent. Kombinationer av flera uppvärmningssätt är vanligt, och ökande. Mycket vanligt är att det finns en viss del elvärme via radiatorer eller elbatterier i ventilationen. Även kombinationer med viss del bränslen eller fjärrvärme ingår. Detta återspeglas i kapitel 6.2 som anger uppvärmning efter mängd tillförda bränslen, inte efter byggnadens huvudsakliga uppvärmningssätt.

Fördelningen på uppvärmningssätt totalt över skolorna är idag ganska lik den som gäller för lokaler generellt, och utvecklingen har varit ganska likartad med ökande fjärrvärme och försvinnande oljeeldning. Inom kategorin skolor finns dock stora skillnader i uppvärmning – förskolorna har en klart större elvärmeanvändning än andra skoltyper. Detta finns detaljerat beskrivet i denna studies Delrapport 2.

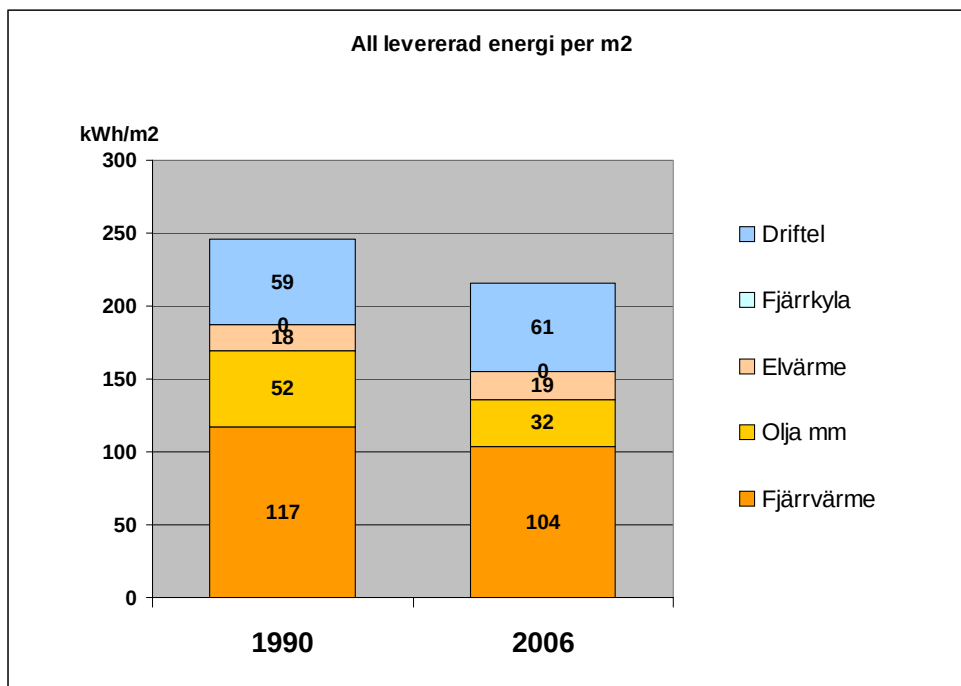
6.2 Minskad levererad energi per m² för skolorna

Levererad energi per m² för uppvärmning och elanvändning utslaget på hela beståndet av skolor hämtas från 1990 STIL- respektive 2006 års STIL2-undersökningar. Huvudtendensen är att specifik fjärrvärme- och bränsleanvändning minskat men att den specifika elanvändningen ökat något.

Tabell 13 Levererad energi i kWh/m² för skolor 1990 och 2006

	1990	2006*)
Fjärrvärme	117	104
Olja, gas, biobränslen	52	32
El för uppvärmning	18	19
Fjärrkyla	0	0
Driftel (fastighetsel + verksamhetsel)	59	61
SUMMA	246	216

*) Exklusive högskolor; värden med restpost el fördelad på övriga poster



Figur 32 Specifik levererad energi för uppvärmning och driftel (kWh/m²) i skolor 1990 och 2006.

Källor: Lokalerna och energihushållningen (för 1990), STIL2-undersökningen (för 2006). Högskolor ingår inte 2006.

Fjärrvärmeanvändningen ligger år 2006 på lägre genomsnittlig nivå i kWh/m², trots att fjärrvärmen svarar för en större andel av uppvärmningen än 1990, vilket alltså pekar mot att det skett en effektivisering. Oljans nivå har minskat, naturligt med tanke på dess minskade andel i hela uppvärmningen, men i denna post ingår också andra bränslen. El för uppvärmning har enligt denna jämförelse ökat en aning. (Beräkningen i kapitel 6.3 antyder dock att den specifika elen för uppvärmning *inte* ökat om även högskolorna inkluderas för 2006).

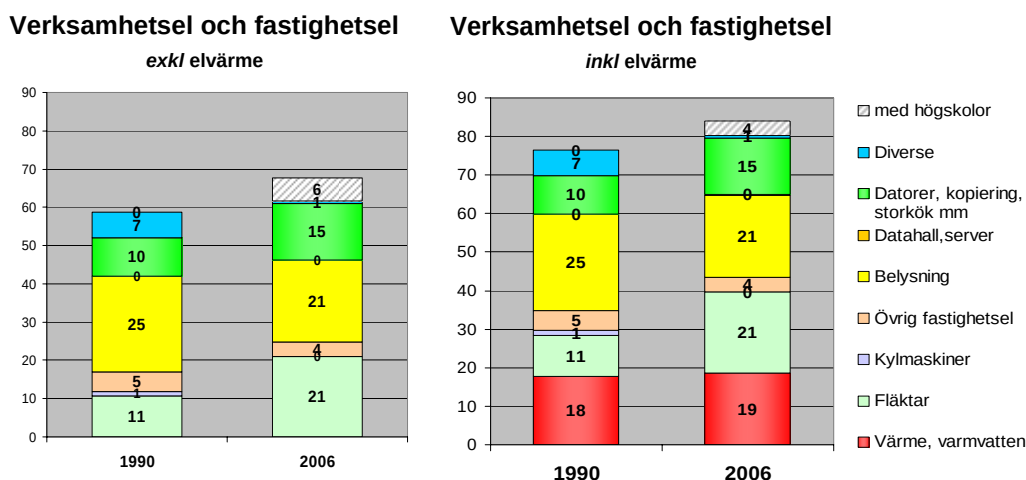
Observera för uppvärmningsenergin, att detta är levererad energi. Det är egentligen inte rättvisande att summera köpt energi för två olika energikällor, exempelvis tillfört bränslevärde i olja eller el till värmepumpar med levererad fjärrvärme, eftersom omvandlingsförluster och värmefaktorer ingår i de förstnämnda, medan omvandlingsförluster inte ingår i fjärrvärmesiffran. "Nettovärmebehovet" har därmed minskat utöver vad figuren visar. Om högskolor läggs till år 2006 tillkommer viss energianvändning i form av fjärrkyla.

Driftelen per kvadratmeter har enligt våra beräkningar ökat något från 1990 till 2006, från 59 till 61 kWh/m², något mer om högskolorna inkluderas. I kapitel 6.3 beskrivs elanvändningens delar mer i detalj.

6.3 Skolornas elanvändning 1990 och 2006

Det viktigaste i denna undersökning har varit att beskriva dagens elanvändning uppdelat på ändamål. Vid jämförelse med 1990 är det mest intressant att se på hur

den *specifika användningen* (i kWh/m², år) har ändrats. Figur 33 ger totalbilden; till vänster *utan* el till uppvärmning, till höger inklusive denna.



Figur 33 Specifik el per ändamål (kWh/m²) 1990 och 2006, inklusive beräknat tillägg för höskolor¹³

Tabell 14 Specifik el per ändamål 1990 och 2006

	1990 höskolor ingår	2006 exkl höskolor	2006 inkl beräkn höskolor
Värme, varmvatten	18	19	
Fläktar	11	21	
Kylmaskiner	1	0	
Övrig fastighetsel	5	4	
Belysning	25	21	
Datahall, server	0	0	
Datorer, kopiering, storkök mm	10	15	
Diverse	7	1	
Summa	77	80	84
Exklusiv el för uppvärmning	59	62	68

Nedbrytningen *per ändamål* är svår att jämföra mellan åren, eftersom 2006 års undersökning inte inkluderar höskolor. För den *totala* specifika elanvändningen visar figuren och tabellen en skattad uppjustering med alla höskolor inkluderade, utgående från statistik från Akademiska Hus. Med denna justering beräknas den specifika elen exklusive uppvärmning ha ökat från 59 till 68 kWh/m² från 1990 till 2006. Ökningen är cirka 15 %, alltså omkring en procent årligen. El inklusive uppvärmning har ökat mindre, med cirka 9 %.

¹³ Tillägget 2006 när höskolorna inkluderas blir mindre (4 kWh/m²) i figuren *inklusive* elvärme än i figuren *exklusive* elvärme (6 kWh/m²). Det beror på att höskolor har lägre specifik elvärmeanvändning än skolor i övrigt.

I fortsatta delkapitel kommenteras och detaljeras utvecklingen för de olika ändamålen, belysning, ventilation etc. Högskolor ingår då inte i 2006 års värden. Vad gäller de stora posterna belysning och ventilation är det troligt att de följt samma principiella utveckling som skolor i allmänhet.

6.3.1 Belysningen har blivit eleffektivare

Belysningstekniken har utvecklats starkt under de senaste decennierna, och detta har givit ett tydligt genomslag ute i beståndet sedan 1990. Den *specifika elanvändningen* för belysning i skolorna har minskat från 25 till 21 kWh/m².

Den installerade belysningseffekten har minskat mycket, med 31 % från 17,0 W/m² till 11,7 W/m². Fördelningen på typer av belysning har ändrats kraftigt, vilket framgår av Tabell 15.

Tabell 15 Installerad belysningseffekt, W/m²

Typ av belysning	År 1990	År 2006
Glödljus	2,7	1,3
Lysrör		
- med konventionella drivdon	12,3	7,0
- lysrör T8 med HF-don	cirka 0	1,6
- lysrör T5	cirka 0	0,8
Lågenergilampor	cirka 0	0,5
Övriga typer	cirka 0	0,5
Ljuskälla ej angiven	2,0	--
Summa hela byggnaden	17,0	11,7

Driftstiden är svår att beräkna. År 1990 bedömdes den till 1 400 h/år, år 2006 har den beräknats till 1 650 timmar per år.

Utvecklingen av skolornas belysning kan jämföras med vad som hänt med *kontorens* belysning från 1990 till 2005 enligt första årets STIL2-rapport framgår av Tabell 16.

Tabell 16 Belysningen 1990 och 2005/2006 i skolor och kontor

	År 1990	År 2005/06
Specifik belysningsel [kWh/m ²]		
- Skolor	25	21
- Kontor	30	21
Installerad belysningseffekt, [W/m ²]		
- Skolor	17,0	11,7
- Kontor	18,5	10,5

Effektiviseringen av el till belysning har varit stor i både kontor och skolor, dock har den gått ännu snabbare i kontoren än i skolorna. Där har man från en högre nivå kommit ned till ungefär samma specifika energianvändning respektive effekt (kWh/m² respektive W/m²) som i skolorna.

6.3.2 Mycket mer mekanisk ventilation

Den *specifika elanvändningen* för ventilationsfläktar har ökat kraftigt, från 11 till 21 kWh/m² mellan åren 1990 och 2006. En viktig förklaring till ökningen är en betydligt ökad mekanisk ventilation i skolbeståndet.

Tabell 17 Andel av skolorna med olika ventilationssystem

	År 1990	År 2006
Ventilation med konstant flöde (CAV)	72 %	87 %
Ventilation med varierande flöde (VAV)	4 %	3 %
Både till- och frånluft	-	7 %
Endast frånluft	8 %	3 %
Självdreg	16 %	1 %

År 1990 hade alltså 24 % av skolorna självdreg eller bara frånluft, år 2006 hade andelen minskat till endast 4 %.

Sammantaget är det svårt att med tillgängligt underlag ge en heltäckande förklaring till den nästan fördubblade specifika fläktelen. Den betydligt ökade andelen mekanisk ventilation kan inte förklara hela ökningen. Krav på ökade flöden, möjligen också längre driftstider är andra tänkbara orsaker. En del av detta kan ha sitt upphov i påpekanden vid besiktningar i samband med den obligatoriska ventilationskontrollen (OVK) som startade 1993. Även i kontoren skedde en kraftig ökning av den specifika fläktelen från 1990 till 2005, från 12 till 18 kWh/m².

6.3.3 Datorer, kontorsutrustning, storkök m m

Den *specifika elanvändningen* för utrustning såsom storkök, datorer, kopieringsmaskiner med mera har ökat från 10 till 15 kWh/m² mellan åren 1990 och 2006. Storkök är den största enskilda elanvändande posten, 9 kWh/m², vilket ligger i nivå med storköken i 1990 års undersökning. Ökad utrustningsstandard kan förklara ökningen i övrigt. Man bör också notera att det kan finnas gränsdragningsproblem mellan vad som benämnts "utrustning" och "diverse" mellan de två studierna. Diverseposten är mycket liten i 2006 års undersökning. Slår man ihop de två posterna finner man att den specifika elen minskat något från 1990.

6.4 Mer om STIL-studien 1990

STIL-studien 1990 gjordes för att ge en detaljerad bild av den dittills ganska dåligt undersökta lokalsektorn. Huvudsyftena var att:

- Ge en bred beskrivning av lokaltyper, användningssätt, energianvändning, elutrustning, värme, ventilation, klimatskal samt driftsorganisation i Sveriges lokaler.
- Beräkna hushållningsmöjligheterna för både el och annan energi.

Studien genomfördes inom Vattenfalls Uppdrag 2000, med följande tillvägagångssätt: Ett urval av lokaler (906 stycken) drogs på ett kontrollerat sätt, så att en "uppskalning" till nationell nivå kunde göras senare. Objekten utgjordes av

elabonnemang med lokaler, och dragningen gjordes ur 36 elverks abonnentregister. Huvuddelen av objekten var hela hus, men även delar av hus förekom.

Objekten besiktigades av utvalda och utbildade besiktningsmän med hjälp av ett besiktningsprotokoll. Vissa mätningar gjordes också, bland annat av effekt på större fläktmotorer, luftflöden, koldioxidhalt samt loggning av totala elbelastningen för vissa större objekt. Den genomsnittliga besiktningstiden var 26 timmar inklusive för- och efterarbete.

Besiktningsdata lades in i beräkningsprogrammet ERÅD. Programmet beräknade en total energibalans för objektet (månadsvisa beräkningar, såväl el som värme) som stämdes och kalibrerades mot data om köpt energi. Därefter beräknade ERÅD "automatiskt" ett paket av lönsamma effektiviseringsåtgärder ur en katalog med cirka 100 åtgärder med såväl el- som värmeåtgärder. Beräkningsresultatet övervakades av operatören, och kontrollerades genom avstämning med besiktningsmännen och husägaren.

Slutligen gjordes en "uppskalning" av de 906 resultaten till Sverige-nivå med ett viktningsförfarande. Redovisning av hela studien och dess resultat finns i rapporten "Lokalerna och energihushållningen. Rapport från STIL-studien inom Uppdrag 2000", Vattenfall rapport U 1991/70.

STIL-besiktningarna gjordes under perioden september 1990 till april 1991. De årsvärden på energianvändning man kalibrerade mot avsåg därmed i huvudsak *kalenderåret 1990*.

7 Energibesparingspotentialer i skolor och förskolor

Genom att beräkna medelvärdet för indikatorer för ventilation och belysning och jämföra dessa med rimliga eller effektiva värden kan en potential beräknas. Med antagande om en yta av 35miljoner m² yta för förskolor och skolor blir den samlade effektiviseringspotentialen för ventilation och belysning 0,7-1 TWh. Värmebehovet kan minskas med 0,9 TWh genom värmewäxling i ventilationssystemet. Minskning av drifttider kan genomföras omedelbart och likaså minskningen av luftomsättning. Övriga åtgärder bör utföras när utrustning måste bytas av andra skäl.

7.1 Energibesparingspotentialer för ventilation

7.1.1 Drifttid för fläktar

Energibesparingspotentialen vid en sänkning av den årliga drifttiden för fläktsystemen till maximalt 2000 h/år respektive 2100 h/år beräknades. Den totala drifttiden för fläktsystemen var i vissa fall betydligt längre än så men även i vissa fall kortare. Viss hänsyn måste tas till luftfuktigheten sommartid när drifttiden minskas.

Om skolor med drifttider längre än 2000 sänker drifttiden till 2000 timmar är energibesparingspotentialen i svenska skolor och förskolor:	8,2 kWh _{el} /m ² ,år
Om skolor med drifttider längre än 2100 sänker drifttiden till 2000 timmar är energibesparingspotentialen i svenska skolor och förskolor:	7,6 kWh _{el} /m ² ,år

7.1.2 Effektivisering av luftbehandlingsaggregat

Fläktars effektivitet kan mätas genom det så kallade SFP-talet (*specific fan power*) som mäter effektförbrukningen per volumetrisk flödes hastighet. Energibesparingspotentialen beräknades genom att luftbehandlingsaggregatens SFP-tal sänktes till att vara max 2,0 kW/(m³/s) vilket motsvarar en effektivisering vid bibehållet luftflöde. Medelvärdet för de undersökta aggregatens SFP var 2,43 kW/(m³/s) och medianen 2,42 kW/(m³/s), så effektiviseringen var totalt sett inte stor.

Om luftbehandlingsaggregat med SFP-tal större än 2 sänker SFP-talet till 2 är energibesparingspotentialen i svenska skolor och förskolor:	2,9 kWh _{el} /m ² ,år
---	---

7.1.3 Minskning av omsättningshastigheten

Om luftomsättningshastigheten (h^{-1}) i lokaler minskas med bibehållet SFP-tal och drifttid minskar energiförbrukningen. Bland de undersökta skolorna varierade omsättningshastigheten betydligt men energibesparingspotentialen vid en normalisering av omsättningshastigheten till $1,1 \text{ h}^{-1}$, $1,5 \text{ h}^{-1}$ och $2,2 \text{ h}^{-1}$ undersöktes. Minskningen bör genomföras med hänsyn till risk för övertemperatur.

Om luftomsättningen sänks till att vara max $1,1$ i alla skolor, är energibesparingspotentialen:	$9,2 \text{ kWh}_{\text{el}}/\text{m}^2, \text{år}$
Om luftomsättningen sänks till att vara max $1,5$ i alla skolor, är energibesparingspotentialen:	$6,5 \text{ kWh}_{\text{el}}/\text{m}^2, \text{år}$
Om luftomsättningen sänks till att vara max $2,2$ i alla skolor, är energibesparingspotentialen:	$3,5 \text{ kWh}_{\text{el}}/\text{m}^2, \text{år}$

7.1.4 Installation av värmeåtervinning

Energibesparingspotentialen vid installation av värmeväxlare mellan till- och frånluft i de fall där så är möjligt uppskattades. De luftbehandlingssystem som studerades var fördelade på undergrupperna TF (till- och frånluft), CAV (constant air volume) och VAV (variable air volume). För att erhålla potentialerna för möjligheten till värmeåterföring genomfördes en analys av förhållandet mellan respektive luftbehandlingssystem värmeåtervinning och uppvärmningsbehov i de fall där det redan fanns värmeåtervinning. För CAV-systemen och VAV-systemen togs medelvärde och värdet vid 90e percentilen fram. För TF-systemen togs medel- och maxvärdet fram då det endast fanns fyra TF-system med värmeåtervinning bland de 130 undersökta skolorna.

Dessa värden användes sedan för att uppskatta energibesparingspotentialen i de luftbehandlingssystem som inte hade någon värmeåtervinning. I de 130 studerade skolorna finns inte något VAV-system utan värmeåtervinning.

Om värmeväxlare med verkningsgrad motsvarande medelvärde för de värmeväxlare som idag finns i skolor, installeras i de luftbehandlingsaggregat som saknar värmeväxlare är energibesparingspotentialen i svenska skolor och förskolor:	$16,9 \text{ kWh}_{\text{värme}}/\text{m}^2, \text{år}$
---	---

7.2 Energibesparingspotentialer för belysning

7.2.1 Drifttid för belysning (el-energi)

Energibesparingspotentialen vid en sänkning av den årliga drifttiden för belysningen till 2000 h/år respektive 2100 h/år beräknades. Den genomsnittliga årliga drifttiden för belysningen visade sig i de undersökta skolorna vara drygt 1650 h per år, vilket medför att det ofta inte finns någon energibesparingspotential i att

sänka drifttiden för belysning till ovanstående värden. I enstaka fall kan det dock finnas en energibesparingspotential även när det gäller drifttider för belysningen.

Om skolor med drifttider längre än 2000 sänker drifttiden till 2000 timmar är energibesparingspotentialen i svenska skolor och förskolor:	0,2 kWh _{el} /m ² ,år
Om skolor med drifttider längre än 2100 sänker drifttiden till 2000 timmar är energibesparingspotentialen i svenska skolor och förskolor:	0,1 kWh _{el} /m ² ,år

7.2.2 Byte av glödlampor till lågenergilampor (el-energi)

Den årliga energianvändningen i respektive skolas glödlampor skattades genom att glödlampornas installerade effekt delades med den totala installerade effekten för belysningen, varvid andelen multiplicerades med den totala energianvändningen för belysningen. Antagandet blir med andra ord att all belysning förutsätts ha samma drifttid. Lågenergilamporna antas ge motsvarande ljus vid 11/60-delar av effekten hos glödlamporna.

Om alla glödlampor byts ut mot lågenergilampor är energibesparingspotentialen i svenska skolor och förskolor:	1,6 kWh _{el} /m ² ,år
---	---

7.2.3 Byte av konventionella lysrör till T5-lysrör (el-energi)

Den årliga energianvändningen i respektive skolas glödlampor skattades genom att de konventionella lysrörens installerade effekt delades med den totala installerade effekten för belysningen, varvid andelen multiplicerades med den totala energianvändningen för belysningen. Antagandet blir med andra ord att all belysning förutsätts ha samma drifttid.

T5-lysrören antas ge motsvarande ljus med 25 % av effekten hos motsvarande konventionella lysrör. Uppskattningen är gjord efter konsultation med AB Fagerhult och gäller bara om armaturen också byts ut. . Byte av gamla lysrörsarmaturer till nya med T5 rör innebär att flimret reduceras.

Om alla konventionella lysrör byts ut mot T5-rör, är energibesparingspotentialen i svenska skolor och förskolor:	10,2 kWh _{el} /m ² ,år
--	--

8 Projektorganisation

Energimyndighetens projektledare	Heini-Marja Suvilehto
Övriga medverkande på myndigheten	Egil Öfverholm Ellen Åhlander
Boverkets projektledare	Nikolaj Tolstoy
Övriga medverkande på Boverket	Magnus Bengtsson
Projektledare	Agneta Persson, WSP Environmental
Biträdande projektledare	Monica Gullberg, ÅF Process AB
Projektadministratörer	Sara Frick, ÅF Process A Linn Dahlberg, ÅF Process AB
Huvudbesiktningsmän energi	Ove Borg, ÅF Per Blomberg, ÅF
Besiktningsförrättare energi	Ove Borg, ÅF Anders Ekström, WSP Environmental Kristofer Eriksson, ÅF Joel Kröjs, ÅF Tomas Kyhlström, ÅF Andreas Rinnström, ÅF Magnus Olson, ÅF Björn Rolfsman, ÅF Björn Sjöholm, ÅF Håkan Stenlund, ÅF Daniel Åkervall, WSP Environmental
Huvudbesiktningsman inom miljö	Alexander Jansa, WSP Environmental
Besiktningsförrättare inom miljö	Jenny Haryd, WSP Environmental Alexander Jansa, WSP Environmental Nils Hedström, WSP Environmental Torbjörn Larsson, WSP Environmental Anna Limdal Landfors, WSP Environmental Therese Malm, WSP Environmental Annika Nilsson, WSP Environmental Maria Olsson, WSP Environmental Moses Padt, WSP Environmental Jan Trygg, WSP Environmental Niclas Wahl, WSP Environmental Hans Wetterlund, WSP Environmental Pia Öhrling, WSP Environmental
Programmering	Martin Belkert, WSP Environmental
Innemiljöenkäter	Kjell Andersson, AMM, Örebro Inger Fagerlund, AMM, Örebro

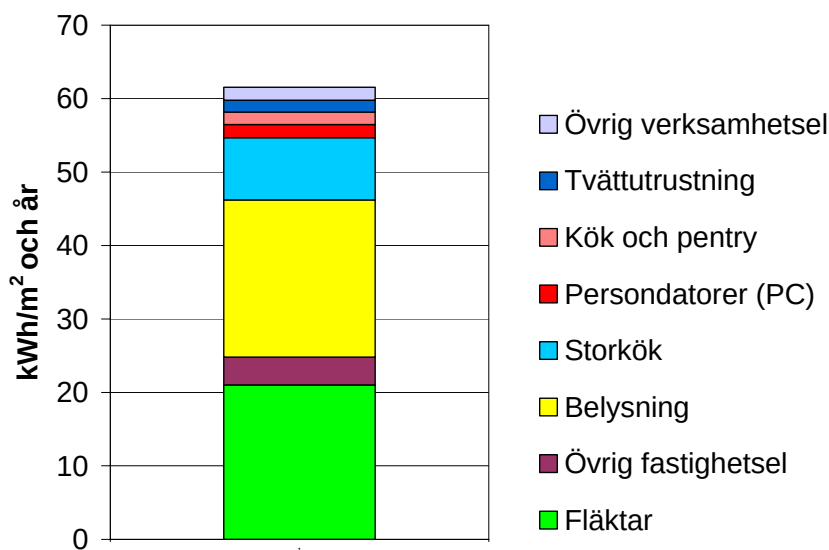
Del 2 Analys av energianvändningen

9 Sammanfattning energianvändning

129 skolor i 21 kommuner har under år 2006 inventerats med avseende på deras energianvändning, främst el exklusive värme. Övrig energi bestäms också eftersom energifördelningsmodellen bygger på energibalansen och alltså alla energiflöden i byggnaden. Dock är det elanvändningens fördelning på olika ändamål som är fokus för studien. Skolorna har en nationell vikt, baserad på deras respektive urvalsvikter (se kapitlet om urval). De 129 skolorna kan därmed beskriva elanvändningens fördelning på nationell nivå inom gruppen skolor.

Uppvärmningen av skolorna sker till 67 % med fjärrvärme. Oljepannor förekommer i ganska stor utsträckning och bidrar med 14 % av uppvärmningsenergin i de besiktigade skolorna. Även elvärme är vanligt (12 %), framförallt i förskolor. Naturgas förekommer också (4 %).

Belysning, vilket anses vara verksamhetsel, och fläktar, som är fastighetsel, är de två dominerande användningsområdena av el exklusive el-värme. Tillsammans utgör de mer än hälften av elanvändningen i skolor. I Figur 34 och efterföljande tabeller och diagram redogörs för elanvändningens fördelning.



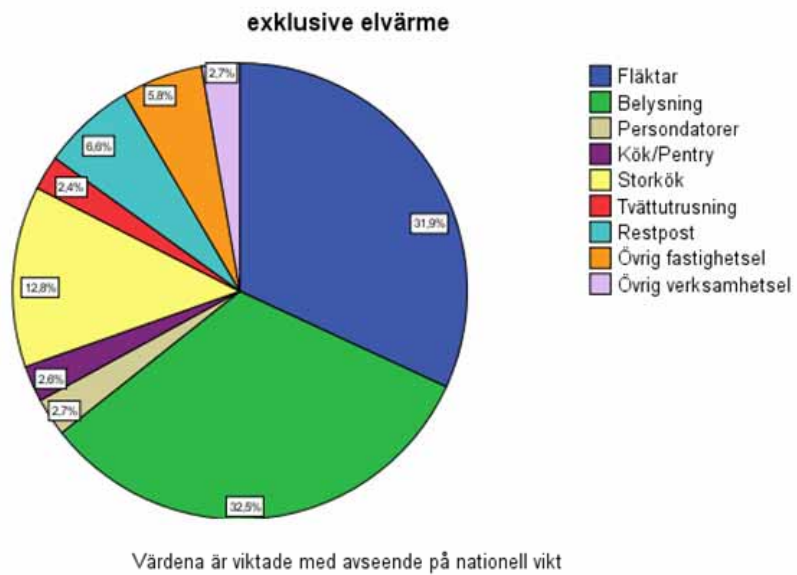
Figur 34 Elanvändningens fördelning i skolor, specifikt per area och viktat till nationell nivå

Restposten, som är 5,2 %, har fördelats proportionerligt över de övriga användningsområdena.¹⁴

Om restposten inte fördelas ut, ser fördelning mellan användningsområdena ut som i Figur 35.

¹⁴ Fördelningen av restposten inkluderar även elvärme.

Elanvändningens fördelning, alla skolor



Figur 35 Elanvändningens fördelning i skolor

I Tabell 18 ges en mer detaljerad redovisning av de olika elanvändningsområdena.

Tabell 18 Specifik elanvändnings fördelning i alla skolor, medelvärden för 129 skolor med hänsyn till nationell vikt

Alla skolor: Elanvändningens fördelning		Restposten särredovisad:		Restposten fördelad på övriga poster:	
FASTIGHETSEL		kWh/m ²	Andel	kWh/m ²	Andel
Fläktar		19,9	24,8%	21,0	26,2%
Elvärme + Värmepumpar		17,8	22,1%	18,6	23,2%
Övrig fastighetsel		3,6	4,5 %	3,8	4,7 %
	<i>Pumpar</i>	3,3			
	<i>Kompressorer</i>	0,09			
	<i>Kylmaskiner</i>	0,09			
	<i>Hiss</i>	0,06			
	<i>Annan specificerad fastighetsel</i>	0,1			
SUMMA fastigstel		41,2	51,5%	43,4	54,2%
VERKSAMHETSEL					
Belysning		20,3	25,3%	21,4	26,7%
Storkök		8,0	10,0 %	8,5	10,6 %
Persondatorer (PC)		1,7	2,1 %	1,8	2,2 %
Kök och pentry		1,6	2,0 %	1,7	2,1 %
Tvättutrustning		1,5	1,9 %	1,6	2,0 %
Övriga apparater		1,7	2,1 %	1,8	2,2 %
	<i>Kopieringsmaskiner</i>	0,5			
	<i>Motorvärmare</i>	0,4			
	<i>Verkstadslokaler</i>	0,3			
	<i>Skrivare</i>	0,1			
	<i>Bastu</i>	0,1			
	<i>Trä och teknisklöjdsalar, ateljéer (exkl. spånsug och keramikugn)</i>	0,1			
	<i>Datahall och server</i>	0,1			
	<i>Tryckluft</i>	0,02			
	<i>Musikanläggningar</i>	0,01			
	<i>Friskvård (löpband, bubbelpool m.m.)</i>	0,01			
	<i>Syslöjd</i>	0,01			
	<i>Annan specificerad verksamhetsel</i>	0,01			
SUMMA verksamhetsel		34,8	43,4 %	36,7	45,8%
Restpost		4,1	5,2 %		
SUMMA		80,2		80,2	
SUMMA exklusive elvärme		62,3		61,2	

10 Bakgrund

10.1 Syfte

Projektet syftar till att förbättra den nationella energistatistiken för lokalsektorn. Denna etapp av arbetet är inriktat på kategorin skolor. Arbetet innefattar all energianvändning i de inventerade byggnaderna, men har huvudfokus på el-användningens fördelning på olika ändamål (användningsområden). Syftet har varit att betrakta genomsnittliga specifika värden för de olika ändamålen [kWh/area, år]. I nationell statistik finns uppgifter om total elanvändning och denna fördelning på användningsområden är en förbättring. Kännedom om vad elen används till underlättar strategiska åtgärder för att påverka el-användningen. Underlag för statistiken har varit 129 slumpvis utvalda skolor och förskolor i Sverige. Genom att skolornas urvalssannolikheter är kända kan deras egenskaper viktas till ett nationellt genomsnitt.

10.2 Uppdragets omfattning

Uppdraget för energiinventeringar omfattar följande moment:

- projektledning och koordination med miljöinventeringar,
- del av urvalsprocessen (se speciellt avsnitt),
- utbildning och pilotinventeringar,
- modifiering av inventeringsmetod och
- komplettering med relevanta nyckeltal,
- kontakt med berörda fastighetsägare,
- iordningställande av underlagsmaterial,
- besiktningar,
- resultatsammanställning och
- resultatspridning.

10.3 Arbetets avgränsning

Arbetet omfattar det andra årets inventeringar inom STIL2 projektet (ursprungligen benämnt ”Stegvis STIL”- projektet).

Detta års inventeringar avser lokalkategorin skolor, och endast gymnasier, grundskolor och förskolor enligt förtydligandet i avsnittet om urval.

Inventeringarna avgränsas med syfte att i första hand bestämma den specifika el-användningen. Detta innebär:

- 1 att för lokaler med en mindre del annan verksamhet görs ingen noggrann inventering av denna mindre del, och att
- 2 annan energianvändning, så som energi för värme och kyla är av sekundärt intresse. De senare behövs dock för att göra riktiga bedömningar av fastighets-el, som till exempel el till drift av kylmaskiner, fläktar, pumpar med mera.

Kontakten med fastighetsägaren är viktig i arbetet med STIL2, och som en service till de fastighetsägare som tagit sig tid att delta i studien har en resultatsammanställning lämnats. Denna resultatåterföring är avgränsad till att endast presentera ett urval av viktiga nyckeltal som beskriver den aktuella skolans elanvändning jämfört med motsvarande nyckeltal för hela gruppen inventerade skolor. Återföringen innehåller inte någon analys av varför skolan möjligen skiljer sig från mängden, inte heller några råd om lämpliga åtgärder till dem som har högre elanvändning än genomsnittet.

Avgränsningar har också berört samarbetet med Boverkets innemiljö inventeringar (se särskilt avsnitt). Då momenten för energiinventeringarna i de flesta fall påbörjades tidigare än de för miljöinventeringarna under år 2006, gjordes en del avgränsningar vad gäller projektledningens ansvar för utbildning, metodutveckling, information till berörda skolor och uppföljning av utskick till berörda skolor.

10.4 Förberedelser

Förberedelser av uppdragets utformning innefattade bland annat möten med stora förvaltare inom kategorin skolor och andra utbildningslokaler.¹⁵ Dessa diskussioner var vägledande för bl a

- avgränsning av urval,
- nya nyckeltal av betydelse,
- rumstyper inom skolor och förskolor,
- informationskanaler.

¹⁵ Diskussioner med Marcus Merikanto, Energi Controller på Skolor i Stockholm AB, Sisab och Stig Hoff, Akademiska Hus.

11 Metod

11.1 Indata

Kärnan till denna statistik är den inventering som besiktningsmännen gör på plats i varje utvald skola. För varje besiktigad skola har en besiktningsman, studerat befintlig statistik och driftsrutiner samt ritningar. Därutöver har samme person besökt skolan för att verifiera eller korrigera dessa uppgifter i samband med inventeringen. Ofta behöver data kompletteras och det kan vara fråga om att ringa till en energi- eller vattenleverantör, eller att reda på uppgifter om fastigheten som inte är helt klara, exempelvis byggår. Källan till data varierar alltså i viss mån, men utgångspunkten har varit att försöka hitta all väsentlig information om byggnad och energileveranser i olika dokument och ritningar. Vad gäller driftsrutiner och användning av utrustning är besöket samt samtal med vaktmästare eller liknande helt avgörande. Energimätningar har som regel inte gjorts.

11.1.1 Areor

Besiktningsmannen har själv mätt skolans area utifrån planritningar och delat in lokalen i rumskategorier. Det areamått som då använts är A_{temp}^{16} , eller OID_t vilket är samma sak. Det är också A_{temp} som används i resultatanalysen. Rumstyp anges i första hand för att kunna allokera belysningsenergin till olika rumstyper. De rumskategorier som använts är:

- Klassrum
- Gymnastik (ej omklädning)
- Matsalar (ej kök)
- Administration och kontor
- Aula
- Tekniskalar (teknik, träslöjd, syslöjd och ateljéer)
- Allrum
- Allmänutrymmen (korridor, trapphus, entré)
- Övrigt (driftutrymmen, WC, förråd, omklädning, m m)

11.1.2 Schablonvärden för utrustning

Rekommenderade uppskattningar av effekt och energi för särskild utrustning har tidigare tagits fram, dels i förberedande faser, och dels under första årets inventeringar i fullskala, år 2005, kontorslokaler.

¹⁶ A_{temp} är nu (juni 2007) det areamått som Boverket förespråkar vid bestämning av specifik energi. OID_t är mycket likt A_{temp} . OID och OID_t är förslag till begrepp i en CSN standard. Vid OID_t "Overall Internal Dimension" (även kallat energifördelningsarea) mäts arean innanför ytterväggarna. Ej uppvärmda utrymmen exkluderas ($< 10^\circ C$).

Riktlinjer vid uppskattningen av särskild utrustning är viktig dels för att det vid en endagsbesiktning är mycket svårt för den enskilde besiktningsmannen att få en rättvisande bild av utrustningens energibehov, dels för att minimera olikheterna i besiktningsmännens individuella bedömningar av utrustning. Förutom riktlinjer som tas fram i förväg genom litteraturstudier eller mätningar, fungerar huvudbesiktningsmännen som garantier för att homogena bedömningar görs.

Utöver de värden som tagits fram i tidigare arbeten har skolbesiktningarna föranlett bedömning av en del ny utrustning. Dessa avser:

- energianvändning i kök
- energianvändning i dragskåp

Vad gäller kontorsutrustning, som ju finns detaljerad i och med kontorsstudien, har det funnits anledning att omarbета riktlinjer för antaganden om nyttjandetider.

Dessutom gjorde vi en uppskattning av kaffebryggares elanvändning, eftersom vi i förväg antog att kaffebryggare av hushållstyp skulle vara vanligare än kaffeautomater inom skollokaler. Det kan i och för sig vara ett riktigt antagande, men det har visat sig att elanvändningen för kaffebryggare ändå är mycket liten i de skolor som studerats.

11.2 Inventeringsprotokollet

Ett inventeringsprotokoll gjort i Excel har använts för strukturering av energianvändningen. I avsnittet om genomförande ges även ett exempel på hur data förts in i protokollet.

Protokollet består av 11 flikar:

- **Byggnadsdata**; d v s administrativa data, huvudsakliga installationer, areor, graddagsstatistik.
- **Energidata**; d v s registrering av redovisad köpt energi, beräkning av fastighetens brutto och netto energibehov uppvärmning inklusive varmvatten.
- **Tappvatten**; d v s flöden och temperaturer
- **Ventilation**; d v s flöden, temperaturer och drifttider för luftbehandlingsaggregat och frånluftsfläktar. För luftbehandlingsaggregat även grad av värmeåtervinning, typ av styr- och reglerfunktioner och dess börvärden. Fläktdriftens elbehov specificeras, samt SFP-talet. Det framgår vilken byggnad ventilationsinstallationen betjänar.
- **Pumpar**; d v s installerad effekt och drifttider.
- **Kyla**; d v s kylmängd från olika system så som fjärrkyla, kylmaskiner, värmepumpar och el-kondensorkylare, samt kylmängdens slutanvändning och fördelning.
- **Belysning**; d v s. installerad effekt och drifttid fördelat på olika typer av armatur och per rum. Belysningsenergin är alltså specificerad per byggnad och t o m rum i byggnaden.

- **Verksamhetsel;** d v s specificering av förekommande apparaters effekt och drifttid. I fallet skolor och förskolor särskilt storkök, kök tvättutrustning, PC med flera kontorsapparater, cirkulationsfläktar, motorvärmare samt övrigt specificerat såsom keramikugnar, spånsugar, övriga slöjdmaskiner, musik-anläggningar, m.m. Se resultatpresentationen.
- **Sammanfattning;** d v s en sammanställning av elbalansen och värmebalansen, samt av luftflöden och SFP-tal.
- **Nyckeltal;** en mer detaljerad sammanställning av data från de olika flikarna och per byggnad.
- **Kommentarer;** plats för besiktningsmannens egna kommentarer.

Så snart skolorna som skall besiktigas är identifierade förs en del data in direkt, till exempel länsbeteckning, kommuntillhörighet, ortens medeltemperatur och graddagar per månad och fastighetens kontaktperson. Data om skolans installationer och utrustning förs alltid in av respektive besiktningsman.

I protokollet finns tydliga instruktioner om vilken information som ska föras in i varje cell. För textuppgifter finns alltid ett antal fördefinierade alternativ. Data hämtas i vissa fall från andra flikar vilket i så fall framgår av en infogad kommentar i protokollet. Detta gäller till exempel för värmebalansen, där nettoenergibehovet kommer att vara en summa av olika värmebehov som delvis specificeras närmare under exempelvis vatten och ventilation.

Beräkningshjälp för exempelvis graddagskorrigering, börvärden för pannors års-medelverkningsgrad, bränslens energiinnehåll och stöd för bedömning av belysningsarmaturers effekt finns också i protokollet.

Protokollet har även flikar för datasammanställning. Dessa ger en helhetsbild av energianvändningen i respektive skola och är i första hand ett stöd för huvudbesiktningsmännen då de ska följa upp detaljer i sammanställningen.

12 Genomförande

12.1 Information

På STIL2-projektets andra år var vikten av tidig och tydlig information om projektet väl känd. Den viktigaste informationskanalen har varit riktade brev till de berörda skolorna.

Exempel på brev som skickades finns på www.energimyndigheten.se

12.2 Utbildning och pilot

En pilotomgång med besiktningar i Stockholm genomfördes under våren. Syftet med pilotomgången var dels att finslipa metod och protokoll för att passa skolor, dels att utbilda besiktningsförrättarna och ge dem tillfälle att tillsammans utveckla samstämda bedömningskriterier. Sexton skolor ingick i pilotomgången. Två av dessa var till för metodutveckling tillsammans med representanter för Boverket med avseende på den föreslagna miljöstatusbesiktningen. Fyra skolor utgjorde en del av utbildningen besiktningsförrättare och besiktigades i lag med en av två huvudbesiktningsmän som ansvarig. Övriga tio skolor besiktigades av de enskilda besiktningsförrättarna.

12.3 Urval

Urvalet av skolor och förskolor att besiktiga gjordes under våren 2006. Universitet och högskolor uteslöts av resursskäl. De är heterogena och krävande att undersöka med tanke på inslaget av avvikande lokaler såsom laboratorier.

Urvalet för piloterna gjordes av SCB och ur register över lokaler med taxeringskod 825 i Stockholm. Piloturvalet begränsades också till att omfatta endast skolor som förvaltas av Skolor i Stockholm AB (Sisab). Anledningen till att denna begränsning gjordes var att Sisab:s energiansvarige på ett tidigt stadium i projektet kunde ge oss väsentlig information om skolorna. Då Sisab förvaltar en betydande del av Stockholms skolor blir urvalet bra trots denna begränsning.

Vad som dessvärre visade sig vid närmare granskning är att förskolor inte nödvändigtvis ges taxeringskod 825. I många kommuner, däribland Stockholm, ges förskolor taxeringskoder för vård istället för utbildning, och i piloturvalet hade därför inga förskolor alls kommit med.

Urvalet för alla skolor (för hela 2006 års STIL 2 inventeringar), som gjordes direkt efter piloturvalet, baseras därför istället på SCB:s Företagsregister genom val av arbetsställen definierade som skolor och förskolor. Från denna nya urvalsram valdes två förskolor att ingå i pilotomgången som fick ersätta två av de tidigare valda skolorna.

Urvalet för huvudundersökningen gjordes i tre steg. Första och andra steget gjordes av SCB. Steg 1 var val av kommuner (21 stycken), med stratifiering efter temperaturzon och H-region. I Steg 2 valdes ett antal skolor och förskolor i varje kommun. Det tredje steget förekom på ett fåtal objekt, där besiktningen av praktiska skäl gjordes på en något mindre del än det utvalda arbetsstället. En utförligare beskrivning av urvalet finns i rapportens gemensamma del.

12.4 Förberedelser för besiktningar

I samband med urvalsprocessen kontaktades skolor ur det bruttourval om 300 skolor (plus tillägg i vissa kommuner) som gjordes av SCB. I första hand var ärendet att finna rätt kontaktperson för vidare korrespondens, men redan vid denna första kontakt kunde vi ibland konstatera att skolor inte uppfyllde de krav som ställts för god kvalitet på energibesiktningen enligt nedan riktlinjer:

- Total area ska vara över 200 m².
- Minst 80 % av byggnaden ska vara förskola/skola/gymnasium.
- Ett helt års mediastatistik med nuvarande installationer och hyresgäster ska finnas.
- Byggnader med vidareleverans av värme eller el till andra byggnader ska undvikas.
- För el-uppvärmda byggnader skall timvis elförbrukningsstatistik finnas.

Ett brev skickades sedan ut till berörda fastighetsskötare med kort information om projektet och förfrågan om besiktningsunderlag.

De underlag som efterfrågades var:

- Adresser och kontaktpersoner
- OVK-protokoll
- Ritningar
- Flödesstatistik
 - Fjärrvärme
 - El
 - Vatten
- Månadsvärden för el
- Konstruktionsritningar för bedömning av klimatskal
- Kontaktperson för besiktningsmannen

Månatlig elförbrukning samt vattenförbrukning fick vi genom att skolan själv kontaktade sina leverantörer eller (i de flesta fall) genom att vi själva kontaktade leverantörerna.

Sedan följde ett digert arbete med att följa upp kontakter och samla in material. Ofta finns materialet hos olika personer, exempelvis OVK-protokoll hos någon,

och ritningar hos någon annan. Underlagsmaterial skickades dels elektroniskt som inscannade dokument, dels som elektroniska CAD-ritningar, dels som papperskopior med vanlig post eller fax. Filer med mediastatistik innehåller ofta ett helt områdes skolor, och då krävs en uppföljning för att reda ut för vilka skolor data finns respektive saknas.

Graddagsstatistik för de olika orterna sammanställs genom att energimyndigheten köper SMHI:s graddagsstatistik för samtliga orter.

12.5 Besiktning

Besiktningen går till så att en besiktningsförrättare besöker var och en av de utvalda skolorna under en dag och gör en energiinventering. Det innebär att besöka alla driftsutrymmen, så som värmecentraler, fläktrum och el-centraler, men också att inventera alla rum i skolans olika byggnader och notera vilken (elförbrukande) utrustning som finns. Till sin hjälp har besiktningsmannen schablonvärden för uppskattning av effekt och energi för vissa vanligen förekommande utrustning. Ett viktigt inslag i inventeringen är också samtalet med vaktmästaren eller motsvarande person för att få en uppfattning om rutiner för användning och drifttider för utrustning. Med hjälp av fördelningsmodellen som beskrivits i avsnitt 3.4 fördelas elanvändningen till olika ändamål som belysning, ventilation, matförvaring, matberedning, utsug i slöjdsalar m fl.

En skola består ofta av flera byggnader. Alla byggnader och utrymmen har i de flesta fall besiktigats.

12.6 Granskning

Alla besiktningsprotokoll kvalitetsgranskas av en huvudbesiktningsman innan de godkänns. Ibland upptäcks att någon information saknas och besiktningsmannen eller någon annan inom projektorganisationen får då komplettera med uppgifter. Huvudbesiktningsmannen har alltid ett samtal med besiktningsmannen för att stämma av hur bedömningar gjorts. Besiktningsprotokollet i sig ger också en del nyckeltal som huvudbesiktningsmannen kan ha som utgångspunkt för att bedöma riktigheten av energiinventeringarna.

Kontrollbesiktningar genomförs för ca 10 % av de besiktigade skolorna och en skola per varje besiktningsman väljs. Kontrollbesiktningar sker efter att alla skolor besiktigats och granskats.

12.7 Analys

Då samtliga protokoll är godkända sammanställs data för analys. Detta sker så att ett urval av uppgifter sammanställs per skola.

Varje värde för skolan multipliceras med den skolans nationella vikt i analysen. Den nationella vikten varierar mellan 5 och 511. Vid beräkning av kvoter av

värden, exempelvis specifik elanvändning per area och per elev används ekvationen:

$$\frac{E}{A} = \frac{E_1 * NV_1 + E_2 * NV_2 + E_3 * NV_3 \dots E_n * NV_n}{A_1 * NV_1 + A_2 * NV_2 + A_3 * NV_3 \dots A_n * NV_n}$$

Där:

E är alla skolors energi och $E_1, E_2, E_3, \dots E_n$ är energin för de olika skolorna 1,2,3,...,n.

A är alla skolors area och $A_1, A_2, A_3, \dots A_n$ är energin för de olika skolorna 1,2,3,...,n.

$NV_1, NV_2, NV_3, \dots NV_n$ är den nationella vikten för de olika skolorna 1,2,3,...,n.

I vissa fall har förskolor och andra skolor (grundskolor och gymnasier) särredovisats. Ytterligare delanalyser kan göras, exempelvis för särskilda klimatzoner, eller särskilda byggnadstyper. Antalet skolor i varje sådan delmängd riskerar dock att bli så litet att det statistiska värdet av analysen kan ifrågasättas.

12.8 Resultatpresentation

Resultatpresentationen görs förutom i denna rapport i form av en datasammanställning i Excel på Stem:s hemsida. Dessutom bereds ett resultatark för varje skola där energinyckeltal för den enskilda skolan jämförs med motsvarande nationella resultat.

12.9 Genomförande och resultat för ett exempel, Gårdby skola (06S0135)

Gårdby skola i Mörbylånga kommun på Öland (06S0135) presenteras här som ett exempel för att illustrera hur statistiken tagits fram. Gårdby skola är en grundskola med 6-årsverksamhet. Det totala antalet elever är 91. Två friliggande byggnader finns inom verksamheten. Den största av de två är uppförd 1926 och mäter 668 m² (A_{temp}) i tre plan varav knappt hälften är klassrum (265 m²), mer än tvåhundra kvadratmeter är allmänutrymmen och driftutrymmen. Övriga utrymmen är: matsalar, kök, allrum och administration och kontor.



Figur 36 Gårdby skola, huvudbyggnaden

(Foto: Sara Frick)

Den mindre byggnaden, paviljongen, är 427 m² i ett plan och utgör även den till stor del klassrum (180 m²). Paviljongen rymmer också teknik- slöjdsalar och ateljéer, och så finns drift- och allmänutrymmen, allrum, administration och kontor även här.

Intill Gårdby skola ligger Gårdbyhallen. Hallen inkluderas inte i skolans verksamhet enligt det urvalsregister som använts (företagsregistret). Hallen besiktigas därför inte, även om skolan nyttjar hallen.

Inför besöket hade vi genom kontakter med kommunens driftansvarige fått oss tillsänt ritningar av planlösning, fasader och konstruktioner, OVK-protokoll, samt energistatistik. Areorna och rumsindelningen har mätts från ritningar och stämts av med verkligheten vid besöket. Det areamått som använts är A_{temp} , se avsnittet om metod. Hela skolan besiktigas, det vill säga uppmätt area är exakt lika som besiktigad area¹⁷. Skolan har själv angivit arean i BRA, vilket nedtecknas i protokollet, men endast den uppmätta A_{temp} används för analysen.

¹⁷ I ett fåtal fall, ca 10 skolor, har inte riktigt hela den uppmätta arean besiktigats av olika skäl. Detta betyder att urvalsviktens steg 3 skiljer sig från 1,0. Se avsnittet om urval.



Figur 37 Gårdby skola, paviljongen

(Foto: Sara Frick)

Gårdby skola har en egen oljepanna och ett vattenburet radiatorsystem som omfattar båda byggnaderna. Under särskilt kalla perioder används en elpanna som spetslast. Elpannan används även under sommarmånaderna för tappvarmvatten. Gårdby skola förbrukade under år 2004 13,1 m³ olja och 13,9 MWh el för uppvärmning. Oljepannans årsmedelverkningsgrad är uppskattad till 85 % och nettoenergiebehovet för uppvärmning således 110,8 MWh plus 13,9 MWh. Kallvattenförbrukningen finns uppmätt, och vi har använt schablonen att 25 % av vattnet värms, i det här fallet från 12 till 60 grader. På så sätt har energin för tappvarmvatten kunnat särskiljas och övrig uppvärmningsenergi normalårskorrigerats. Månadsmedeltemperaturer för Mörbylånga har erhållits från SMHI:s graddagsstatistik för Ölands södra. Resultatet blir att Gårdby skola under ett normalår använder 152 MWh för uppvärmning och tappvarmvatten, eller specifikt per areaenhet 139 kWh/m².

El förutom el-värme för 2004 uppgår till 47,1 MWh på Gårdby skola. Fördelningen av denna blir besiktningsmannens uppgift att bestämma utifrån sitt besök på plats. Vi vet hur förbrukning varierar per månad, vilket är en bra vägledning vid fördelningen (för skolor med elvärme, har vi också haft timvärden på elförbrukningen för att kunna urskilja el för värme från övrig el).

Resultatet av energianvändningens fördelning visas i Tabell 19. Siffrorna för el förutom el-värme redovisas mer detaljerat i texten som följer.

Tabell 19 Energianvändningen i Gårdby skola

Gårdby Skola			
Area, (A_{temp}): 1094 m ²			
Köpt energi		MWh/år	kWh/m², år
Olja		137,3	130,3
El totalt		61,8	58,6
Elanvändningens fördelning		MWh/år	kWh/m², år
FASTIGHETSEL			
Fläktar		9,1	8,7
Elvärme, inklusive värmepumpar		14,7	13,9
Övrig fastighetsel		4,5	4,3
Pumpar	4,2		
Cirkulationsfläktar	0,3		
Hiss	0,0		
SUMMA fastighetsel			26,9
VERKSAMHETSEL			
Belysning		20,6	19,5
Storkök & kök pentry		8,2	7,7
PC		1,3	1,3
Övriga apparater		1,9	1,8
Kopieringsmaskiner	0,7		
Skrivare	0,4		
Spånsug	0,4		
Luftrenare	0,4		
SUMMA verksamhetsel			30,3
Restpost		1,5	1,5
SUMMA		61,8	58,6

Ett viktigt elanvändningsområde är fläktar och för att kvantifiera den el-energi som används utgår besiktningsmannen från fakta om fläktdriften. I Gårdby skola har den större och äldre byggnaden ett FTX-system¹⁸ av typen konstant luftvolym (CAV, constant air volume). Flödet i detta luftbehandlingsaggregat är 1,195 m³/sek då det körs på helfart. Aggregatet körs på helfart 53 timmar

¹⁸ FTX-system är ett fläktsystem där både frånluften och tilluften är fläktstyrd och som utrustats med en värmeväxlare för återvinning av värme från frånluften.

per vecka, aldrig på halvfart. Tilluftsfläktens eleffekt är 1,08 kW, frånluftsfläktens 0,96 kW och så finns en cirkulationspump för värme på 300 Watt.

FTX-aggregatet använder totalt 5,9 MWh per år. Genom att mäta eller uppskatta värmeåtervinningsgraden för aggregatet ger fläktinventeringen också stöd för värmebalansberäkningar i byggnaden, men fokus för resultatpresentationen här är fördelningen av el. Utöver detta aggregat finns 6 st. frånluftsfläktar, en i den äldre byggnaden (i köket), och fem i paviljongen. Genom att specificera eleffekter och drifttider, fås erforderlig elenergi för drift av dessa frånluftsfläktar. Även luftflödet bestäms. Frånluftsfläktarna på Gårdby skola använder tillsammans 3,2 MWh per år. Summan av fläktars elanvändning blir 9,1 MWh per år. Då fläktarna redovisats med uppgift om vilken byggnad de avser, kan om så önskas analyser per byggnad göras. Detta kan komma till användning till exempel då resultaten ska jämföras med bedömningar av inomhusmiljön. Vad gäller den specifika elenergianvändningen för fläktar används dock totala A_{temp} , vilket för Gårdby skola ger att fläktarna årligen förbrukar 8,6 kWh/m².

Det är en förhållandevis låg siffra. De genomsnittliga specifika luftflödena [liter/sek, m²] är 3,8 för den äldre byggnaden och 1,6 för paviljongen, då fläktarna är igång. Socialstyrelsens allmänna råd¹⁹ säger: ”I skolor och lokaler för barnomsorg bör uteluftsflödet inte understiga ca 7 l/s per person vid stillasittande sysselsättning. Ett tillägg på minst 0,35 l/s per m² golvarea bör göras så att hänsyn också tas till föroreningar från andra källor än människor. Om koldioxidhalten i ett rum vid normal användning regelmässigt överstiger 1 000 parts per million (ppm), bör detta ses som en indikation på att ventilationen inte är tillfredsställande.”

Med de genomsnittliga flöden som gäller för Gårdby skolas byggnader, bör ventilationen anses som tillfredsställande om antalet barn som samtidigt vistas i paviljongen inte överstiger 76 under längre perioder, eller 330 barn i huvudbyggnaden. Det totala antalet elever är endast 91.

SFP-talet är 2 vilket visar att fläktarna är energieffektiva.

¹⁹ Socialstyrelsens allmänna råd om tillsyn enligt miljöbalken – ventilation; SOSFS 1999:25

Tabell 20 Energidata för Gårdby skola

Köpt energi, Brutto			
	Senaste perioden	Senaste perioden	Normalårs- korrigerad
	[Mängd]	[MWh]	[MWh]
El, Totalt	-	61	62
Fjärrvärme	-		0
Olja [m ³]	13	130	137
Naturgas [nm ³]			0
Stadsgas [nm ³]			0
Rötgas [nm ³]			0
Pellets/briketter [kg]			0
Flis [kg]			0
Ved [kg]			0
Fjärrkyla	-		0
Annat			0
Summa		191	199
		Diff	8

Beräkning av fastighetens uppvärmning inklusive varmvatten							
	Senaste perioden	Brutto Energi	Normalårs korrigerat brutto	Årsmedel- verknings- grad [%]	Netto- energi- behov	Normalårs- korrigerat nettoenergi behov	Uppvärm- yta
	Mängd [m ³]	[MWh]	[MWh]		[MWh]	[MWh]	Area [m ²] (A _{temp})
Elpanna	-	13,9	14,7	100	13,9	14,7	0,0
Direktverkande el	-		0,0	100	0,0	0,0	0,0
Elbatteri ventilation	-		0,0	100	0,0	0,0	0,0
Elvarmvattenberedare	-		0,0	100	0,0	0,0	0,0
Fjärrvärme	-	0,0	0,0	100	0,0	0,0	0,0
Oljepanna	13	130,3	137,3	85,0	110,8	116,7	1 094,9
Naturgas	0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0
Stadsgas	0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0
Rötgas	0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0
Pellets	0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0
Flis	0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0
Ved	0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0
Annat	-	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0
Återvinning från kylmaskin	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,0
Frånluftsvärmepump, värme	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,0
Uteluftsvärmepump, värme	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,0
Berg-, mark-, och sjövärmepump, värme	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,0
Summa		144,2	152,0		124,7	131,4	1 094,9
					Diff	7	

Tabell 21 Ventilationsberäkningar för luftbehandlingsaggregat, Gårdby skola

Ventilationsberäkning				
		Luftbehandlingsaggregat		
	Summa	Agg 1	Agg 2	Agg 3
UTDATA				
Uppvärmningsbehov E1, batteri [MWh]	15,2	15,2	0,0	0,0
Kylbehov E2, batteri [MWh]	0,0	0,0	0,0	0,0
Elbehov fläktmotorer, E6 [MWh]	6,0	6,0	0,0	0,0
Elbehov pumpmotorer, E7 [MWh]	0,1	0,1	0,0	0,0
INDATA				
Betjäning, byggnad		Gårdbyskolan		
Intern beteckning		TA1/FA1		
Betjänings område		Kök, matsal, lärosalar		
Temperatur				
Frånluftstemperatur T_{fr} [°C]		21		
Tilluftstemperatur T_{till} vid $T_{ute}=A$ [°C]		18		
Tilluftstemperatur T_{till} vid $T_{ute}=B$ [°C]		18	0	0
A= [°C]				
B= [°C]				
Luftflöde				
Tilluftsföde q_{till} vid $T_{ute}=C$ [m³/s]	1,2	1,2		
Tilluftsföde q_{till} vid $T_{ute}=D$ [m³/s]	1,2	1,2	0	0
C= [°C]				
D= [°C]				
Frånluftsföde q_{fr} vid $T_{ute}=E$ [m³/s]	1,2	1,2		
Frånluftsföde q_{fr} vid $T_{ute}=F$ [m³/s]	1,2	1,2	0	0
E= [°C]				
F= [°C]				
Tilluftsföde q_{till_halv} [m³/s]	0			
Frånluftsföde q_{fr_halv} [m³/s]	0			
Drifttid				
Drifttid - helfart [h/vecka]		53		
Drifttid - halvfart [h/vecka]				
Verkningsgrad				
Temp.verkningsgrad VVX - helfart [%]		50		
Temp.verkningsgrad VVX - halvfart [%]				
Återluft				
Andel återluft [%]		0		
Andel av eleffekt tilluftsfäkt blir värme [%]		30		
Eleffekter				
Tilluftsfäkt, helfart: [kW]	1,1	1,1		
Tilluftsfäkt, halvfart: [kW]	0			
Frånluftsfäkt, helfart [kW]	1,0	1,0		
Frånluftsfäkt, halvfart [kW]	0			
Roterande VVX: [kW]	0			
Styrning roterande [0 eller 1]				

Ventilationsberäkning				
		Luftbehandlingsaggregat		
	Summa	Agg 1	Agg 2	Agg 3
Cirk.pump, värme [kW]	0,03	0,03		
Styrning värmecirk. pump [0 eller 1]				
Cirk.pump, kyla [kW]	0			
Styrning kylcirk. pump [kW]				
Cirk.pump VÅV [kW]	0			
Styrning VÅV cirkpump [0 eller 1]				
Extra styrning				
Nattkyla, drifttid/år		160		
Nattvärme, drifttid/år				
Allmänna indata				
Typ av system		CAV		
Värmeåtervinning		Annat		
Kylning		Ingen		
Driftstyrning		Tidur		
Temperaturstyrning			Konst tilluft	
Luftflöde			Frekv. tryck	
Ålder		0-5 år		
Utdata				
Värme				
Uppvärmningsbehov E1, batteri [MWh]	15	15,2	0,0	0,0
Uppvärmningsbehov E0, totalt [MWh]	41	41,3	0,0	0,0
Värmeåtervinning VVX E3 [MWh]	25	25,3	0,0	0,0
Värmeåtervinning, återluft E4 [MWh]	0	0,0	0,0	0,0
Värme från fläkt E5 [MWh]	1	0,9	0,0	0,0
Årsenergiverkningsgrad [ber. på tilluft] [%]	63	63	0	0
Kyla				
Kylbehov E2, batteri [MWh]	0	0,0	0,0	0,0
EI				
Tilluftsf läkt [MWh]	3	3,0	0,0	0,0
Frånluftsf läkt [MWh]	3	2,7	0,0	0,0
Fläkttotalt [MWh]	6	6,0	0,0	0,0
Pumpar + rotor [MWh]	0	0,1	0,0	0,0
Rotor VVX [MWh]	0	0,0	0,0	0,0
Pump VS [MWh]	0	0,1	0,0	0,0
Pump kyla [MWh]	0	0,0	0,0	0,0
Pump VÅV [MWh]	0	0,0	0,0	0,0
SFP-talet	2	1,7	0,0	0,0
Kyleffekt	0	0,0	0,0	0,0
Tilluftsf läde mha återluft, d.v.s. uteluft m ³ /s	1	1,2	0,0	0,0
Frånluftsf läde mha återluft m ³ /s	1	1,2	0,0	0,0

Tabell 22 Ventilationsberäkningar för frånluftsfläktar, Gårdby skola

UTDATA	Summa	FF1	FF2	FF3	FF4	FF5	FF6
Elbehov fläktmotorer (E6) , MWh	3,2	1,8	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2
INDATA							
Betjäna, byggnad		Gårdby- skolan	Gårdby- skolan, paviljong	Gårdby- skolan, paviljong	Gårdby- skolan, paviljong	Gårdby- skolan, paviljong	Gårdby- skolan, paviljong
Intern beteckning		FF1	FF1	FF2	FF3	FF4	FF5
Betjänaomsråde		Kök	Skol- salar	Skol- salar	Skol- salar	Skol- salar	Skol- salar
Frånluftflöde qfr vid $T_{ute}=E$ (m³/s)	1,3	0,6	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3
Drifttid - helfart [h/vecka]		53,0	55,0	55,0	55,0	55,0	11,0
Drifttid - halvfart [h/vecka]							
Eleffekt frånluftsfläkt, helfart [kW]	1,4	0,7	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3
Eleffekt frånluftsfläkt, halvfart [kW]	0						

Belysning är ett annat viktigt elanvändningsområde. För att bedöma elenergi-användningen för belysning görs en noggrann inventering av armaturer, d v s installerad effekt, samt nyttjandetider per rumstyp. I Gårdby skola gäller att lampor motsvarande nästan 13 kW finns installerade, se Tabell 23.

Utifrån inventeringen görs en summering av effekt och energi per rumstyp, se Tabell 23.

Den specifika belysningsenergin beräknas som hela belysningsenergin (20,6 MWh) dividerat med summan av rumsareorna (1095 m²), vilket ger att Gårdbyskolan har en specifik elanvändning för belysning som är 18,8 kWh/m², år.

Storkök och pentry använder generellt elektricitet för förvaring, tillagning och varmhållning. Gårdby skola har ett s.k. varmhållningskök, och därutöver pentry och matförvaring. Den sammanlagda energianvändningen är 8, 1 MWh per år, se Tabell 24 eller specifikt per area, 7,4 kWh/m².

Pumpar särskiljs i redovisningen. I Gårdby skola finns fyra pumpar, två för varmvattencirkulation och två för värmesystemens cirkulation. Dess märkeffekt korrigeras med en faktor för att få pumparnas beräknade genomsnittliga effekt. Den beräknade effekten multipliceras med drifttiden för varje pump. Gårdbyskolan använder 4,1 MWh per år för att driva de fyra pumparna, eller specifikt per area-enhet: 3,74 kWh/m².

Utöver, fläktar, belysning, kök och cirkulationspumpar, är övrig el-energianvändning på Gårdby skola:

- PC, skrivare och kopieringsmaskiner (2,35 MWh per år, eller 2,3 kWh/m²,år), en
- spånsug (0,44 MWh/år, eller 0,4 kWh/m²,år), en
- luftrenare (0,35 MWh/år, eller 0,32 kWh/m²,år) och en
- cirkulationsfläkt i källaren (0,26 MWh/år, eller 0,24 kWh/m²,år).

På detta sätt har 59,5 MWh av de 61 uppmätta delats upp på olika användningsområden, medan en restpost på 1,5 MWh återstår att förklara.

.

Tabell 23 Installerad belysningseffekt i Gårdby skola

		Area	Installerad effekt, inkl drivdon [kW]									Drifttid	Faktor	Energi
Byggnads- beteckning	Rumstyp	A _{temp} , m ²	Lysrör, konv drivdon	Lysrör, T8 med HF	Lysrör T5	Halogen- lampor	Glöd- lampor	Lågenergi lampor	Annat	Tot	W/m ²	h/år	%	MWh/år
Gårdbyskolan	Klassrum	265		2,3						2,3	8,7	1760	100	4,1
Gårdbyskolan	Matsalar (ej kök)	73						0,8		0,8	11,3	1760	100	1,5
Gårdbyskolan	Administration och kontor	21		0,1						0,1	5,8	1760	100	0,2
Gårdbyskolan	Allrum	37	0,1	0,5						0,6	15,6	1760	100	1,0
Gårdbyskolan	Allmänutrymmen (korridor, trapphus, entre)	102	0,0	0,4				0,6		1,0	10,3	1760	100	1,8
Gårdbyskolan	Övrigt (driftutrymmen, WC, förråd, omlädd mm)	128	0,1	0,1			0,0	0,1		0,3	2,7	44	100	0,0
Gårdbyskolan	Övrigt (driftutrymmen, WC, förråd, omlädd mm)	40		0,7						0,7	4,1	1760	100	1,3
Gårdbyskolan, paviljong	Klassrum	180	2,9				0,2	0,0		3,1	26,5	1760	100	5,5
Gårdbyskolan, paviljong	Administration och kontor	38	0,3				0,1			0,4	38,5	1760	100	0,6
Gårdbyskolan, paviljong	Tekniksalar (teknik, träslöjd, syslöjd och ateljéer	119	1,8							1,8	33,6	704	100	1,3
Gårdbyskolan, paviljong	Allrum	9	0,2							0,2	6,5	1760	100	0,3
Gårdbyskolan, paviljong	Allmänutrymmen (korridor, trapphus, entre)	54	0,5							0,5	0,0	1760	100	1,0
Gårdbyskolan, paviljong	Övrigt (driftutrymmen, WC, förråd, omlädd mm)	28	0,1				0,2			0,4	0,0	44	100	0,0
Gårdbyskolan	Utomhus						0,2	0,3		0,5	0,0	3640	100	2,0

Byggnads- beteckning	Rumstyp	Area	Installerad effekt, inkl drivdon [kW]									Drifttid	Faktor	Energi
		A _{temp} , m ²	Lysrör, konv drivdon	Lysrör, T8 med HF	Lysrör T5	Halogen- lampor	Glöd- lampor	Lågenergi lampor	Annat	Tot	W/m ²	h/år	%	MWh/år
	Klassrum	445,3	2,9	2,3	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	5,5	12,2			9,6
	Gymnastik	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			0
	Matsalar	73,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,8	11,3			1,5
	Administration och kontor	59,3	0,3	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,5	8,0			0,8
	Aula	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			0
	Tekniksalar	118,8	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	15,2			1,3
	Allrum	46,4	0,3	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	16,4			1,3
	Allmänutrymmen	155,2	0,6	0,4	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	1,6	10,2			2,8
	Övrigt	196,4	0,3	0,8	0,0	0,0	0,3	0,1	0,0	1,5	7,4			1,3
	Utomhus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3	0,0	0,5	0,0			1,96
Summa		1 094,9	6,1	4,2	0,0	0,0	0,8	1,8	0,0	12,9	11,8			20,6

Tabell 24 Elanvändning i storkök, kök och pentry för Gårdby skola

Kök/Pentry			
Objekt	Snitt-användning kWh/år och enhet	Antal	Energi MWh/år
Kylskåp			
Hushållstyp (höjd 1,8 m)	180	1	0,2
Storkökstyp (höjd 2 m, bredd 0,8m)	300		0,0
Frys-skåp			
Hushållstyp (höjd 1,8 m)	250	1	0,3
Storkökstyp (höjd 2 m, bredd 0,8m)	500		0,0
Kaffemaskiner			
Automat/bryggare stor	1000		0,0
Diskmaskin			
Hushållstyp (2 kW)	310		0
Storkökstyp (10 kW)			0,0
Spis/ugn			
4 plattor + ugn (10 kW)			0,0
4 plattor ej ugn (7 kW)	308	2	0,6
2 plattor ej ugn (3,5 kW)			0,0
Fristående ugn (4,5 kW)			0,0
Mikrovågsugn			
Hushållstyp (1 kW)	100	1	0,1
Övrigt			
Mjölkkyl			
Varmhållningsugn			
Summa			1,1
Storkök/Restaurang			
Antal portioner , st/dag	96		
Gasanvändning , MWh			
Köks typ	Varmhållning		
Objekt	Uppmätt eleffekt, dag kW	Antagen årsmedeleffekt, kW	Energi MWh/år
Storkök/Restaurang		0,8	7,0

13 Resultat för samtliga skolor

13.1 Tillförd energi till skolor och förskolor

Alla skolors specifika tillförda energi redovisas i Tabell 25 och Tabell 26. Ett nationellt medelvärde för den totala köpta energin per area har beräknats till 216 kWh/m², eller 3 143 kWh/barn, för alla skolor. Värden för undergrupperna förskolor och skolor och gymnasier har också redovisats.

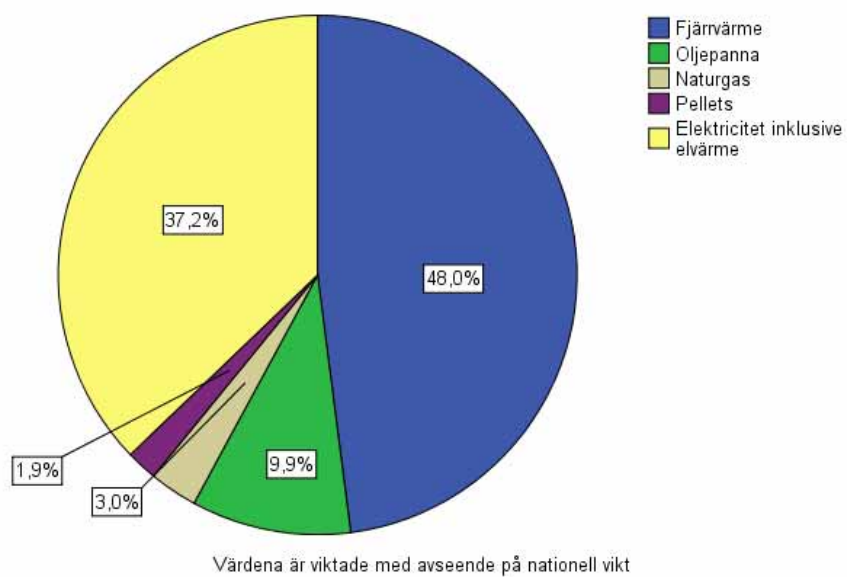
Tabell 25 Tillförd energi, specifik per area

Tillförd energi, specifikt per area (A_{temp}) [kWh/m ² , år]	Alla skolor	Förskolor	Skolor och gymnasier
Fjärrvärme	103,5	78,9	108,1
Oljepanna	21,5	9,3	21,6
Naturgas	6,5	10,1	5,7
Stadsgas	0,0	0,0	0,0
Rötgas	0,0	0,0	0,0
Pellets	4,2	0,0	4,8
Flis	0,0	0,0	0,0
Ved	0,0	0,0	0,0
Fjärrkyla	0,0	0,0	0,0
Annat	0,0	0,0	0,0
Elektricitet	80,3	130,8	72,8
varav elvärme	17,8	58,7	11,6
Total tillförd energi	216	229	213

Tabell 26 Tillförd energi, specifik per barn

Tillförd energi, specifikt per barn [kWh/barn, år]	Alla skolor	Förskolor	Skolor och gymnasier
Fjärrvärme	1 508,9	1 016,1	1 604,7
Oljepanna	312,8	119,2	320,7
Naturgas	94,4	129,7	84,7
Stadsgas	0,0	0,0	0,0
Rötgas	0,0	0,0	0,0
Pellets	60,8	0,0	72,0
Flis	0,0	0,0	0,0
Ved	0,0	0,0	0,0
Fjärrkyla	0,0	0,0	0,0
Annat	0,0	0,3	0,0
Elektricitet	1 166,6	1 647,3	1 083,2
varav elvärme	258,1	739,0	172,9
Total tillförd energi	3143	2912	3165

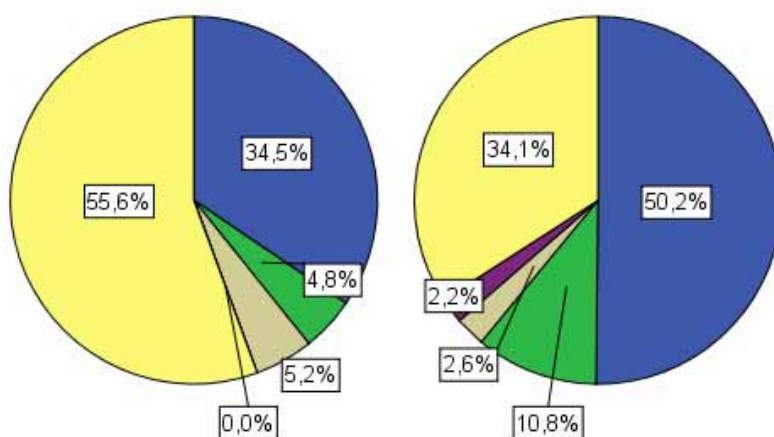
Fördelningen av tillförd energi, alla skolor



Typ av verksamhet

Förskola

Skola eller gymnasium



Figur 38 Fördelning av tillförd energi i skolor

Uppvärmningen av skolorna sker till 67 % med fjärrvärme. Oljepannor förekommer i ganska stor utsträckning och bidrar med 14 % av uppvärmningsenergin i de besiktigade skolorna. Även elvärme är vanligt (12 %), framförallt i förskolor. Naturgas förekommer också (4 %).

Utmärkande för de skolor som använder mycket köpt energi i förhållande till sin area är att uppvärmningsenergin är betydande. Bakgrunden till detta kan vara komplex. För det mest energikrävande fallet (totalt 535 kWh/m² och år) gäller till exempel att en del av lokalen har stora luftflöden, i storleksordningen 2,5 liter/s, m² vid relativt höga temperaturer, och utan värmeåtervinning. Lokalens klimatskal har ett uppskattat resulterande U-värde närmare 0,9, vilket är relativt högt, de lägsta ligger runt 0,2-0,3 och ett par ligger strax över 1,2. Denna verksamhet har också ett tillagande kök.

Just höga luftflöden, och ibland helt utan värmeåtervinning förklarar en del av de högsta totalförbrukningarna.

För de som har låg total energiförbrukning är en förklaring att de har värmeåtervinning, och för de två fallen med allra minst köpt energi att de också har värmepump.

För elanvändningen gäller att de med höga specifika behov har elvärme i form av direktverkande el eller elpanna. För de med låga specifika behov är dels uppvärmningen sällan elberoende, dels är fläktars och belysningsarmaturers specifika energibehov relativt lågt.

Vid besiktningen gjordes även en bedömning av värmeinstallationernas restaureringsbehov. Väldigt få värmeinstallationer hade behov av omedelbar restaurering, och några hade behov inom en tvåårsperiod.

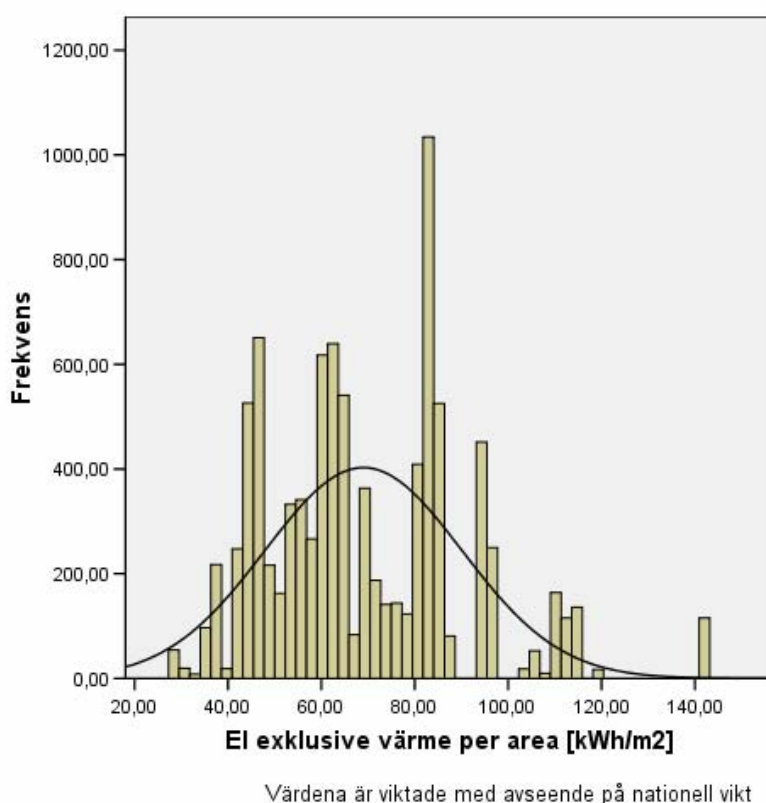
Tabell 27: Värmeinstallationers restaureringsbehov

<i>Kategori</i>	<i>Andel</i>
1. Omedelbar restaurering behövs	1 %
2. En restaurering behövs inom 1-2 år	12 %
3. En restaurering behövs tidigast efter >5 år	87 %

13.2 Elanvändningen i skolor, exklusive elvärme

Den specifika elanvändningen exklusive elvärme²⁰ för skolor är i genomsnitt 61,2 kWh/m²,år (Atemp) då elvärme exkluderats, se även Figur 39. I genomsnitt används 149 MWh elektricitet per skola och år.

²⁰ Direktverkande el, el-pannor, elbatteri i luftbehandlingsaggregat, elvarmvattenberedare och värmepumpar.



Figur 39 Elanvändningen exklusive elvärme i skolor [kWh/m²,år]. Värdena har viktats med avseende på skolornas nationella vikt.

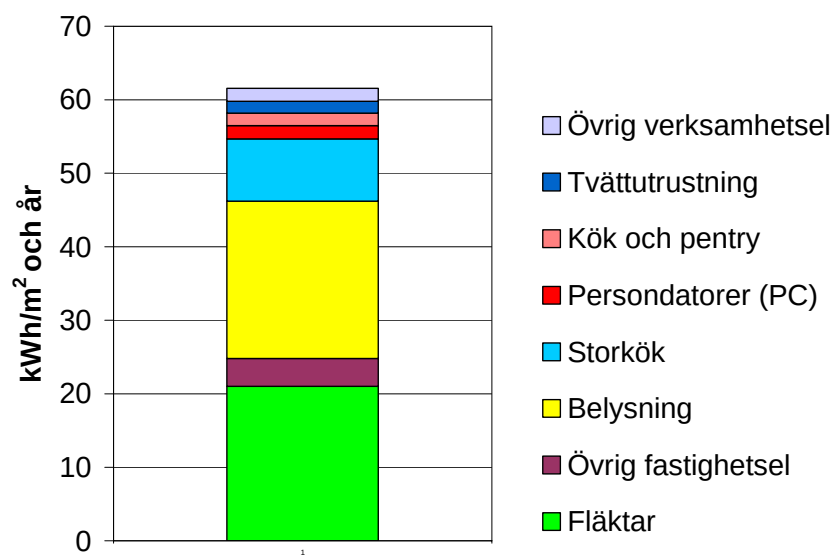
13.3 Elanvändningens fördelning på användningsområde

Fastighetsel och verksamhetsel är jämnstora användningsområden i skolor när elvärme inkluderas i fastighetselen. Då elvärmen, som utgör 23,2% av elanvändningen, exkluderas, är verksamhetens elanvändning nästan dubbelt så hög som fastighetsdriften.

Belysning, vilket anses vara verksamhetsel, och fläktar, som är fastighetsel, är de två dominerande användningsområdena. Tillsammans utgör de mer än hälften av elanvändningen i skolor. I Figur 40 och efterföljande tabeller och diagram redogörs för elanvändningens fördelning.

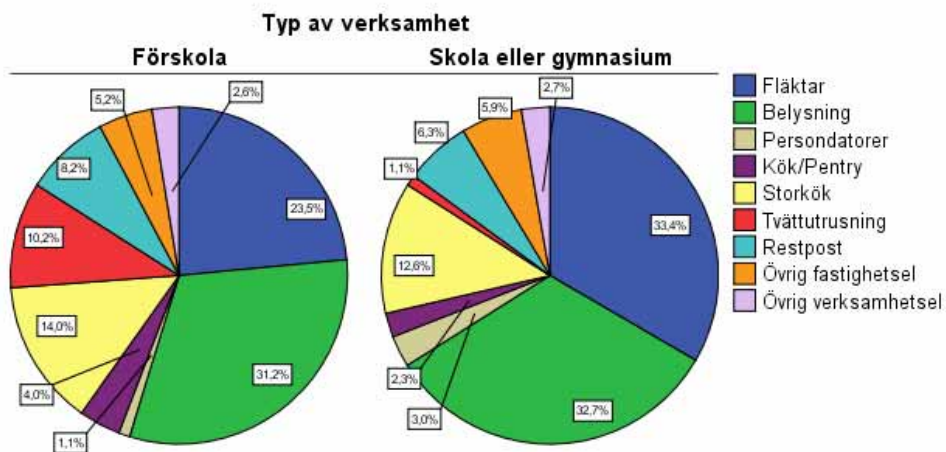
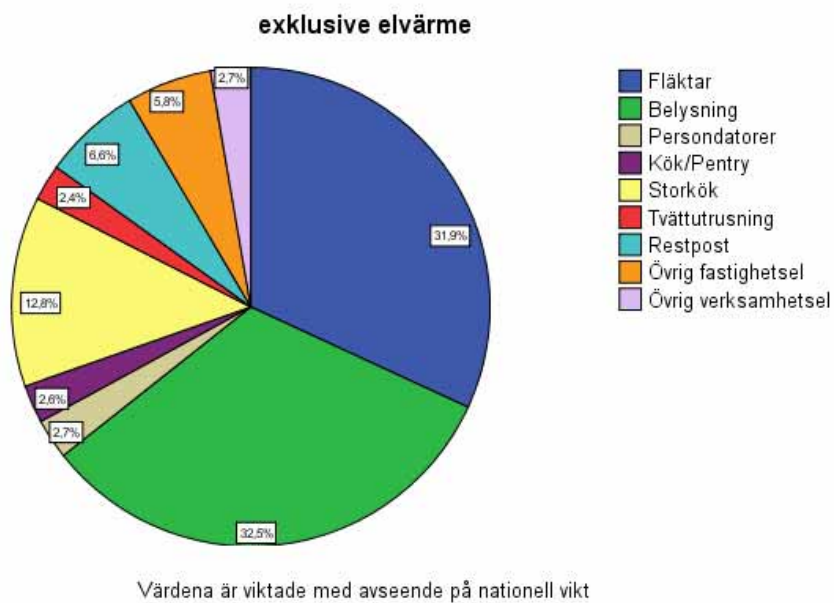
Restposten, som är 5,2 %, har fördelats proportionerligt över de övriga användningsområdena.²¹

²¹ Fördelningen av restposten inkluderar även elvärme.



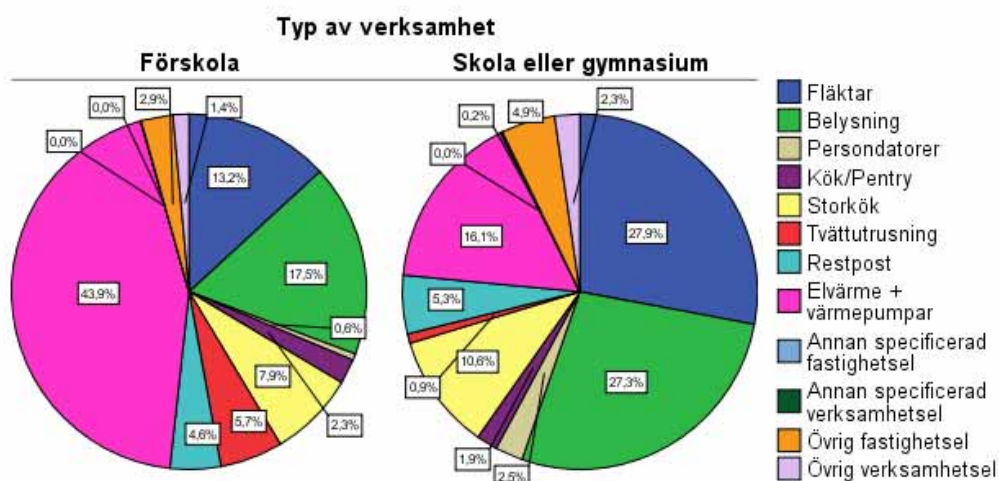
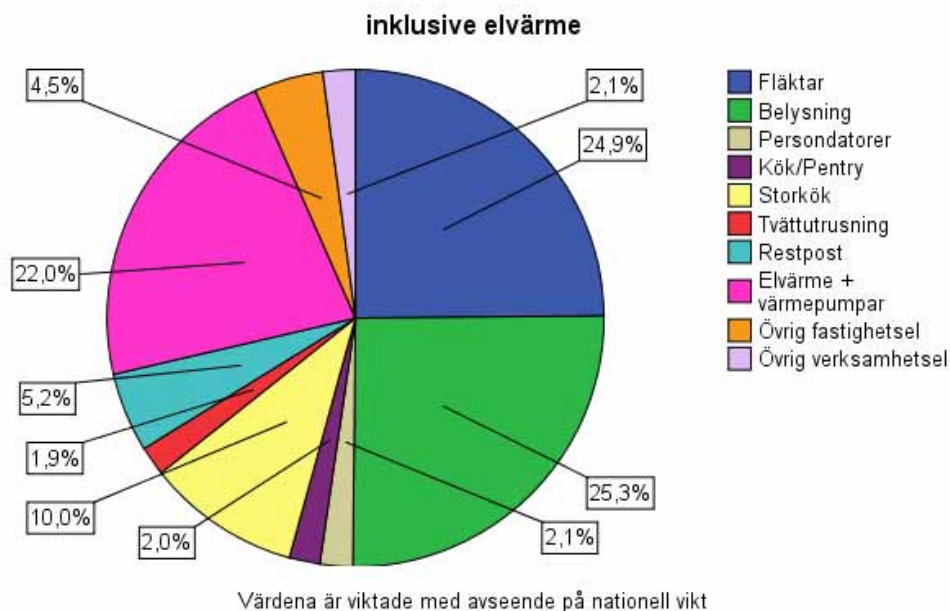
Figur 40 Elanvändningens fördelning i skolor, specifikt per area och viktat till nationell nivå

Elanvändningens fördelning, alla skolor



Figur 41 Elanvändningens fördelning på olika användningsområden, exklusive elvärme

Elanvändningens fördelning, alla skolor



Figur 42 Elanvändningens fördelning på olika användningsområden, inklusive elvärme

Tabell 28 Specifik elanvändnings fördelning i alla skolor, medelvärden för 129 skolor med hänsyn till nationell vikt

Alla skolor: Elanvändningens fördelning		Restposten särredovisad:		Restposten fördelad på övriga poster:	
FASTIGHETSEL	kWh/m ²	Andel		kWh/m ²	Andel
Fläktar		19,9	24,8 %	21,0	26,2 %
Elvärme + Värmepumpar		17,8	22,1 %	18,6	23,2 %
Övrig fastighetsel		3,6	4,5 %	3,8	4,7 %
<i>Pumpar</i>	3,3				
<i>Kompressorer</i>	0,09				
<i>Kylmaskiner</i>	0,09				
<i>Hiss</i>	0,06				
<i>Annan specificerad fastighetsel</i>	0,1				
SUMMA fastigstel		41,2	51,5 %	43,4	54,2 %
VERKSAMHETSEL					
Belysning		20,3	25,3 %	21,4	26,7 %
Storkök		8,0	10,0 %	8,5	10,6 %
Persondatorer (PC)		1,7	2,1 %	1,8	2,2 %
Kök och pentry		1,6	2,0 %	1,7	2,1 %
Tvättutrustning		1,5	1,9 %	1,6	2,0 %
Övriga apparater		1,7	2,1 %	1,8	2,2 %
<i>Kopieringsmaskiner</i>	0,5				
<i>Motorvärmare</i>	0,4				
<i>Verkstadslokaler</i>	0,3				
<i>Skrivare</i>	0,1				
<i>Bastu</i>	0,1				
<i>Trä och teknikslöjdsalar, ateljéer (exkl. spånsug och keramikugn)</i>	0,1				
<i>Datahall och server</i>	0,1				
<i>Tryckluft</i>	0,02				
<i>Musikanläggningar</i>	0,01				
<i>Friskvård (löpband, bubbelpool m m)</i>	0,01				
<i>Syslöjd</i>	0,01				
<i>Annan specificerad verksamhetsel</i>	0,01				
SUMMA verksamhetsel		34,8	43,4 %	36,7	45,8 %
Restpost		4,1	5,2 %		
SUMMA		80,2		80,2	
SUMMA exklusive elvärme		62,3		61,2	

Tabell 29 Specifik elanvändnings fördelning i förskolor, medelvärden för 37 förskolor med hänsyn till nationell vikt

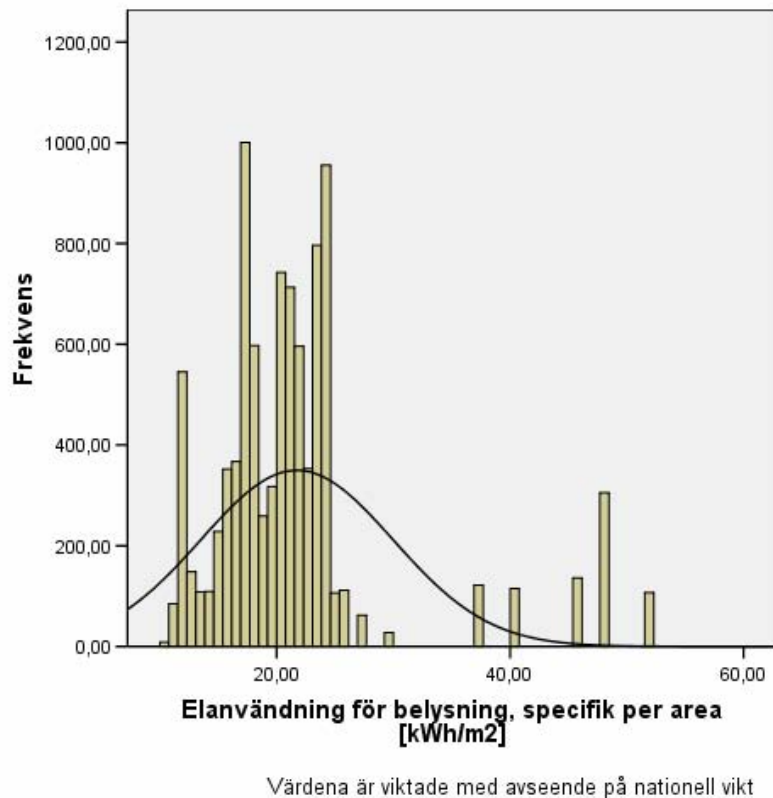
FÖRSKOLOR: ELANVÄNDNINGENS FÖRDELNING		Restposten särredovisad		Restposten fördelad på övriga poster	
FASTIGHETSEL	kWh/m²	Andel	kWh/m²	Andel	
Fläktar	17,7	13,2 %	18,4	13,8 %	
Elvärme + Värmepumpar	62,8	47,0 %	65,5	48,9 %	
Övrig fastighetsel	3,6	2,7 %	3,8	2,8 %	
<i>Pumpar</i>	3,6				
<i>Kompressorer</i>	0,07				
<i>Kylmaskiner</i>	0,00				
<i>Hiss</i>	0,00				
<i>Annan specificerad fastighetsel</i>	0,1				
SUMMA fastigstel	84,1	62,9 %	87,6	65,5%	
Verksamhetsel					
Belysning	22,2	16,6%	23,1	17,3%	
Storkök	9,9	7,4 %	10,3	7,7 %	
Persondatorer (PC)	0,8	0,6 %	0,8	0,6 %	
Kök och pentry	2,7	2,0 %	2,8	2,1 %	
Tvättutrustning	6,6	5,0 %	6,9	5,2 %	
Övrig verksamhetsel	2,1	1,6 %	2,2	1,7 %	
<i>Kopieringsmaskiner</i>	0,8				
<i>Motorvärmare</i>	0,7				
<i>Verkstadslokaler</i>	0,3				
<i>Skrivare</i>	0,2				
<i>Bastu</i>	0,1				
<i>Trä och teknislöjdsalar, ateljéer (exkl. spånsug oc keramikugn)</i>	0,1				
<i>Datahall och server</i>	0,0				
<i>Tryckluft</i>	0,0				
<i>Musikanläggningar</i>	0,01				
<i>Friskvård (löpband, bubbelpool m.m.)</i>	0,0				
<i>Syslöjd</i>	0,0				
<i>Annan specificerad verksamhetsel</i>	0,02				
SUMMA verksamhetsel	44,3	33,1%	46,2	34,5%	
Restpost	5,3	4,0 %			
SUMMA	133,8		133,8		
SUMMA exklusive elvärme	71,0		68,3		

Tabell 30 Specifik elanvändnings fördelning i grundskolor och gymnasier, medelvärden för 92 grundskolor och gymnasieskolor med hänsyn till nationell vikt

SKOLOR OCH GYMNASIER: ELANVÄNDNINGENS FÖRDELNING		Restposten särredovisad:		Restposten fördelad på övriga poster:	
FASTIGHETSEL	kWh/m²	Andel		kWh/m²	Andel
Fläktar		20,5	29,6 %	21,6	29,6 %
Elvärme + Värmepumpar		11,8	17,0 %	12,2	17,0 %
Övrig fastighetsel		3,6	5,2 %	3,8	5,2 %
<i>Pumpar</i>	3,2				
<i>Kompressorer</i>	0,1				
<i>Kylmaskiner</i>	0,1				
<i>Hiss</i>	0,1				
<i>Annan specificerad fastighetsel</i>	0,1				
SUMMA fastigstel		35,7	51,8 %	37,7	51,8 %
VERKSAMHETSEL					
Belysning		20,0	27,5 %	21,1	28,9 %
Storkök		7,7	10,6 %	8,1	11,1 %
Persondatorer (PC)		1,8	2,5 %	1,9	2,7 %
Kök och pentry		1,4	1,9 %	1,5	2,0 %
Tvättutrustning		0,7	0,9 %	0,7	1,0 %
Övriga apparater		1,7	2,3 %	1,7	2,4 %
<i>Kopieringsmaskiner</i>	0,4				
<i>Motorvärmare</i>	0,3				
<i>Verkstadslokaler</i>	0,4				
<i>Skrivare</i>	0,1				
<i>Bastu</i>	0,1				
<i>Trä och teknisklöjdsalar, ateljéer (exkl. spånsug och keramikugn)</i>	0,1				
<i>Datahall och server</i>	0,1				
<i>Tryckluft</i>	0,0				
<i>Musikanläggningar</i>	0,0				
<i>Friskvård (löpband, bubbelpool m.m.)</i>	0,0				
<i>Syslöjd</i>	0,0				
<i>Annan specificerad verksamhetsel</i>	0,0				
SUMMA verksamhetsel		33,3	45,7 %	35,1	48,2 %
Restpost		3,9	5,2 %		
SUMMA		73,0		73,0	
SUMMA exklusive elvärme		61,2		60,6	

13.4 Belysningens elanvändning

Specifikt per area används 21,4 kWh per m² och år för belysning. Fördelning är som framgår av Figur 43. I genomsnitt används 48 MWh per år och skola för belysning.



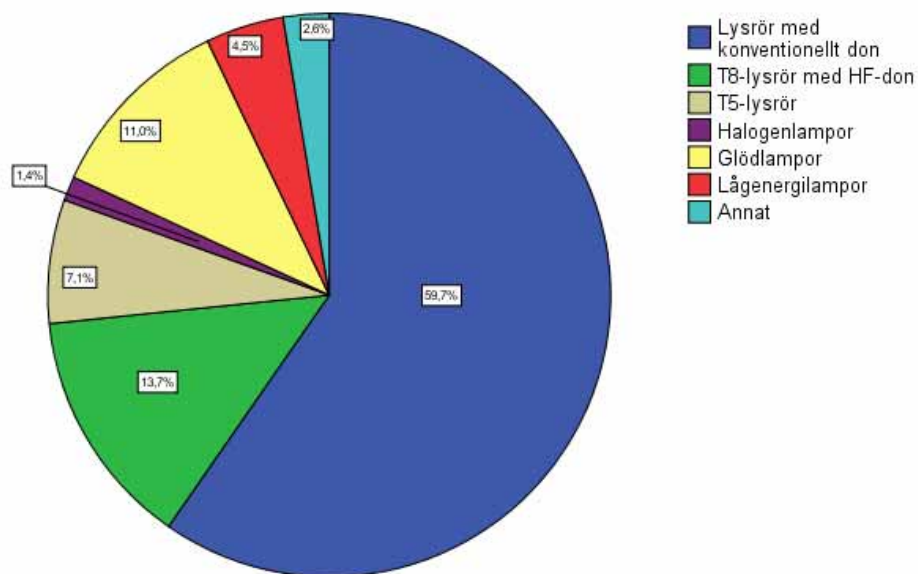
Figur 43 Belysningens elanvändning i samtliga skolor [kWh/m², år]. Värdena är viktade med avseende på skolornas nationella vikt.

Lysrör med konventionellt drivdon är den vanligaste lamptypen i skolor vilket framgår av Figur 44. Särskilt i skolor och gymnasier är de konventionella lysrören helt dominerande. Olika lampor är olika energieffektiva och använder alltså mer eller mindre energi för att ge samma ljusstyrka. Fördelningen i Figur 44 avser den installerade elektriska effekten.

Installerad effekt redovisas också per rumstyp. De rumstyper som har använts, och hur förekommande de är framgår av Figur 45. I förskolor har färre rumstyper använts än i skolor.

Den installerade effekten per area har också tagits fram eftersom det är ett behändigt begrepp vid bedömningar av energibehovet för belysning i en lokal. Den installerade effekten per area redovisas per rumstyp och lamptyp i Tabell 31 (alla skolor), Tabell 32 (förskolor) och Tabell 33 (skolor och gymnasier).

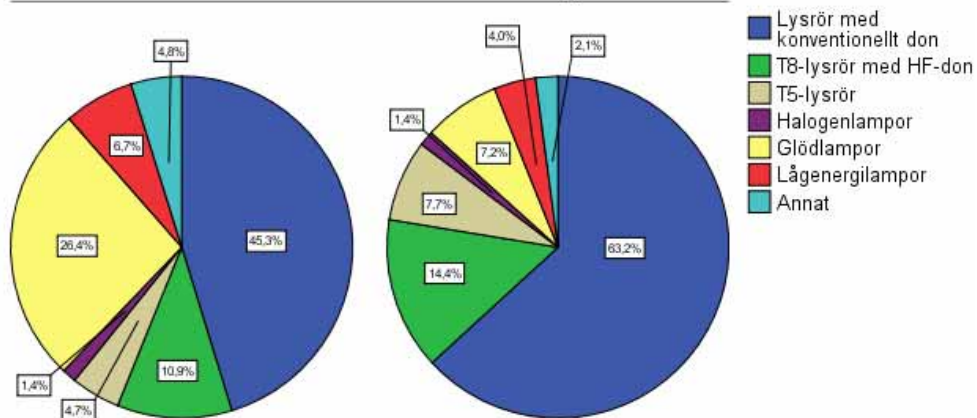
Fördelning av installerad effekt på lamptyper, alla skolor



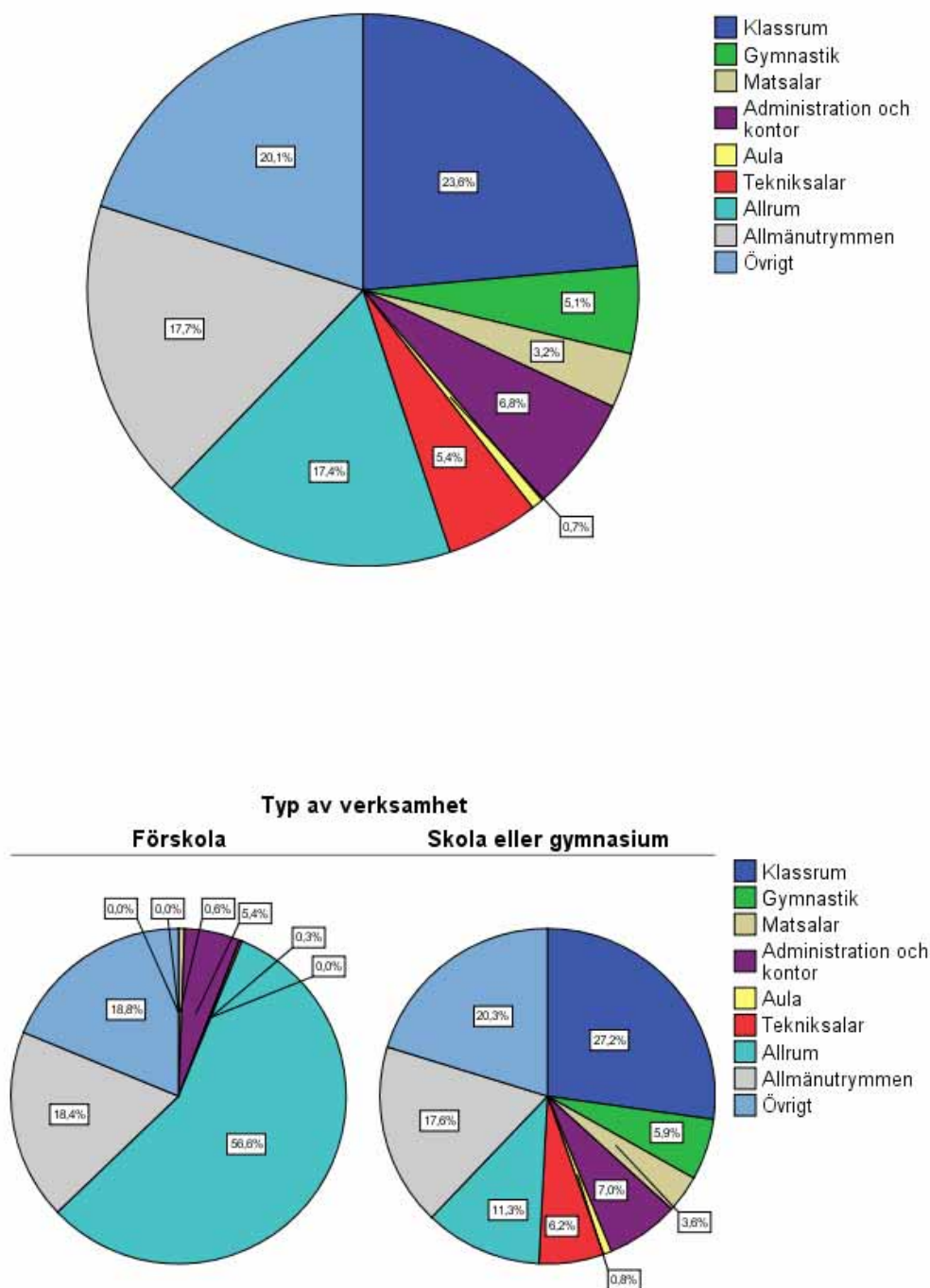
Typ av verksamhet

Förskola

Skola eller gymnasium



Figur 44 Installerad effekt för belysning i skolor fördelat på olika lamptyper. Värdena är viktade med avseende på skolornas nationella vikt.



Figur 45 Fördelning av arean på olika rumstyper i skolor. Värdena är viktade med avseende på skolornas nationella vikt.

Tabell 31 Installerad effekt för belysning i olika rumstyper i skolor och förskolor och med hänsyn till deras nationella vikt [W/m²]

Alla skolor: installerad effekt per lamptyp och rumstyp [W/m ²]											
	klass- rum	gymnastik- sal	mat sal	administra- tion och kontor	aula	trä- och tekniksal	allrum	allmän- utrymmen	övrigt	utomhus	genomsnitt per lamptyp
Lysrör med konventionellt don	8,3	8,6	5,5	6,1	4,8	12,2	8,0	4,8	5,4	0,0	7,0
T8-lysror med HF- don	3,2	1,9	1,6	1,5	0,7	1,3	1,3	0,9	0,8	0,0	1,6
T5-lysror	1,6	0,3	0,1	1,3	0,2	0,9	1,1	0,4	0,2	0,0	0,8
Halogenlampor	0,0	0,1	0,6	0,1	1,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,2
Glödlampor	0,2	0,0	3,0	1,0	1,9	0,2	0,8	0,8	2,6	0,2	1,3
Lågenergilampor	0,1	0,2	1,2	0,3	0,3	0,0	0,4	1,2	0,4	0,1	0,5
Andra lampor	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,3	0,3
All belysning per rumstyp	13,4	11,1	12,0	10,3	9,2	14,8	11,7	8,2	9,3	0,7	11,7

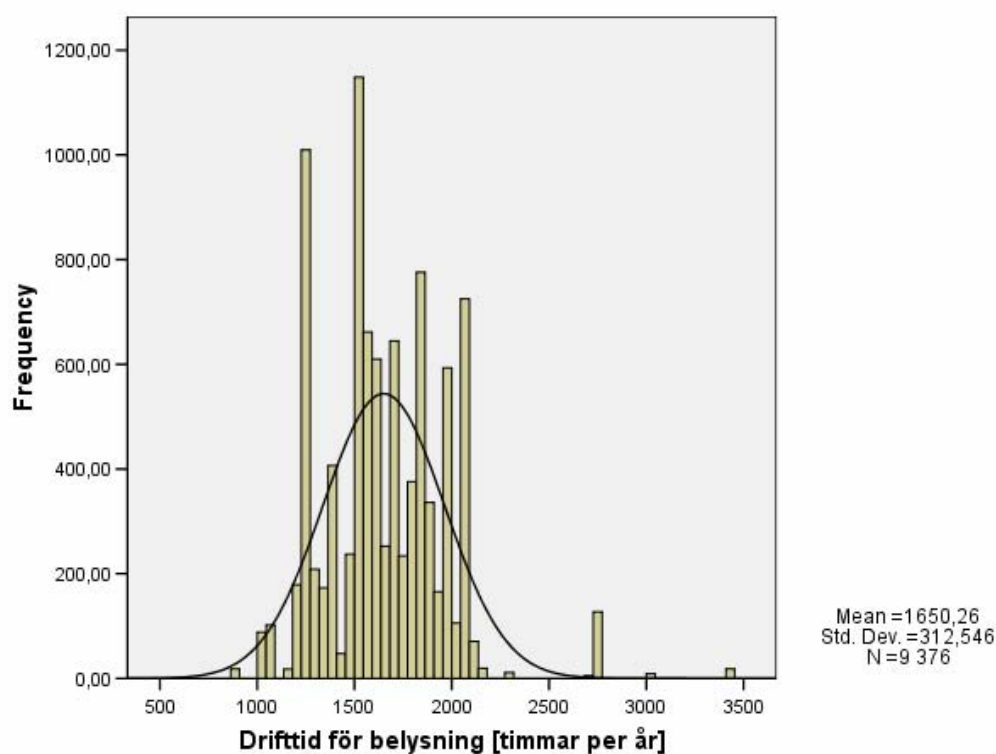
Tabell 32 Installerad effekt för belysning i olika rumstyper i förskolor och med hänsyn till deras nationella vikt [W/m²]

Förskolor: installerad effekt per lamptyp och rumstyp [W/m ²]											
	klass- rum	gymnastik- sal	mat- sal	administra- tion och kontor	aula	trä- och tekniksal	allrum	allmän- utrymmen	övrigt	utomhus	genom- snitt per lamptyp
Lysrör med konventionellt don [W/m ²]	0,0	0,0	9,3	6,7	0,0	6,1	8,7	7,8	5,2	0,1	7,8
T8-lysror med HF- don [W/m ²]	0,0	0,0	1,9	1,8	0,0	7,7	1,9	0,6	1,2	0,0	1,9
T5-lysror [W/m ²]	0,0	0,0	0,2	2,5	0,0	7,1	0,6	0,6	0,2	0,0	0,8
Halogenlampor [W/m ²]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2
Glödlampor [W/m ²]	0,0	0,0	57,4	4,0	0,0	20,7	1,3	2,9	9,6	0,9	4,6
Lågenergilampor [W/m ²]	0,0	0,0	8,9	0,1	0,0	0,0	0,3	2,6	0,7	0,2	1,2
Andra lampor [W/m ²]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,8
All belysning per rumstyp [W/m ²]	0,0	0,0	77,7	15,2	0,0	41,7	12,9	14,5	16,9	2,2	17,3

Tabell 33 Installerad effekt för belysning i olika rumstyper i skolor och gymnasier och med hänsyn till deras nationella vikt [W/m²]

Skolor och gymnasier: installerad effekt per lamptyp och rumstyp [W/m ²]											
	klass- rum	gymnastik- sal	mat- sal	administra- tion och kontor	aula	trä- och tekniksal	allrum	allmän- utrymmen	övrigt	utomhus	genom- snitt per lamptyp
Lysrör med konventionellt don [W/m ²]	8,3	8,6	5,4	6,0	4,8	12,2	7,1	4,3	5,3	0,0	6,8
T8-lysror med HF-don [W/m ²]	3,0	1,9	1,6	1,5	0,7	1,3	0,8	0,9	0,8	0,0	1,6
T5-lysror [W/m ²]	1,5	0,3	0,1	1,1	0,2	0,9	1,3	0,4	0,1	0,0	0,8
Halogenlampor [W/m ²]	0,0	0,0	0,6	0,1	1,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,2
Glödlampor [W/m ²]	0,2	0,0	1,6	0,7	1,8	0,1	0,5	0,4	1,7	0,1	0,8
Lågenergilampor [W/m ²]	0,1	0,0	1,1	0,3	0,2	0,0	0,4	0,9	0,3	0,1	0,4
Andra lampor [W/m ²]	0,0	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,2	0,2
All belysning per rumstyp [W/m ²]	13,2	10,8	10,4	9,7	9,0	14,7	10,4	7,2	8,3	0,5	10,9

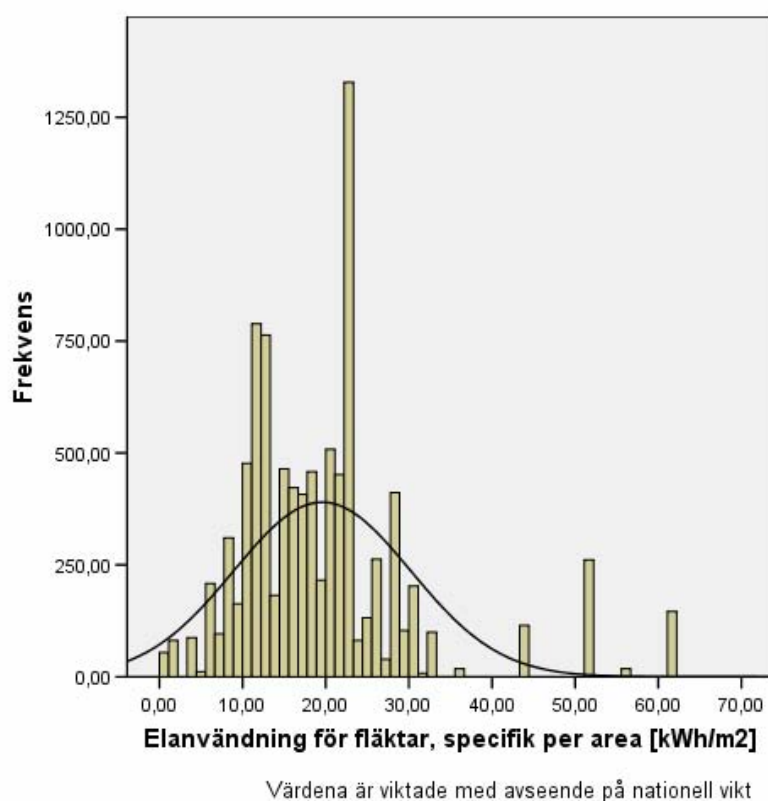
Drifttiden har stor betydelse för hur mycket el som används för belysning. Drifttiden bokförs per rum och typ av armatur i protokollen, vilket möjliggör en detaljerad analys av olika kombinationer. I Figur 46 redovisas att den genomsnittliga drifttiden per skola är 1650 timmar, vilket beräknats från total belysningsenergi dividerat med total installerad effekt för belysning.



Figur 46 Belysningens genomsnittliga drifttid [timmar/år]. Värdena är beräknade med hänsyn till skolornas nationella vikt.

13.5 Fläktars elanvändning

För fläktar används specifikt per area i genomsnitt 21,0 kWh per m² och år. Fördelning är som framgår av Figur 47. I genomsnitt används 47,3 MWh per år och skola för drift av fläktar.



Figur 47 Fläktars elanvändning i samtliga skolor [kWh/m²,år]. Värdena är viktade med avseende på skolornas nationella vikt.

Olika typer av ventilationsinstallationer förekommer och ett fåtal byggnader har endast självdrag. De luftbehandlingsaggregat som finns i skolor är till helt övervägande del av typen konstant flöde (CAV) vilket redovisas i Tabell 34. Viktningen i Tabell 34 är gjord för varje enskilt aggregat.

Tabell 34 Andel ventilationsinstallationer av olika typ, med hänsyn till skolornas nationella vikt.

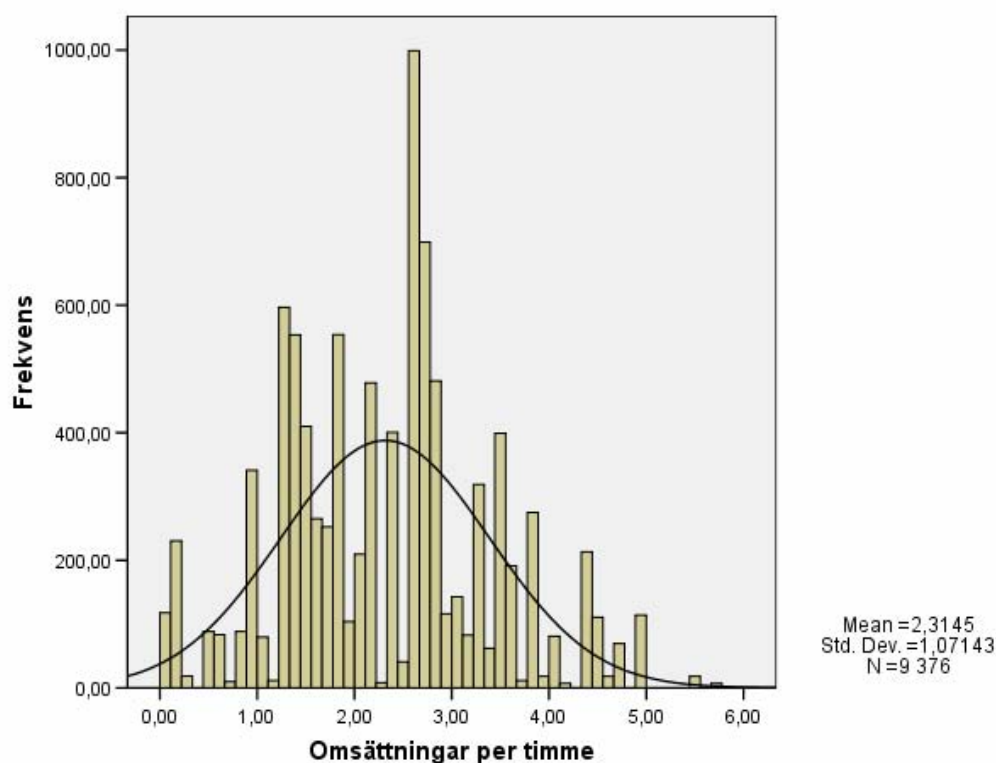
Typ	Andel [%]
Ventilation med konstant flöde (CAV)	87
Både till- och frånluft (TF)	7
Ventilation med varierande flöde (VAV)	3
Endast frånluft (FF)	3
Självdrag	1

Skolor med ventilationsaggregat som är 15 år eller äldre är vanligast, se Tabell 35. Åldern har först uppskattats per luftbehandlingsaggregat. För varje skola har sedan angetts vilken ålder aggregaten i huvudsak har, därefter har frekvensen viktats till nationell nivå. Tabell 35 avser hela skolor, inte enskilda aggregat.

Tabell 35 Ventilationsaggregatens ålder i skolor, med hänsyn till skolornas nationella vikt

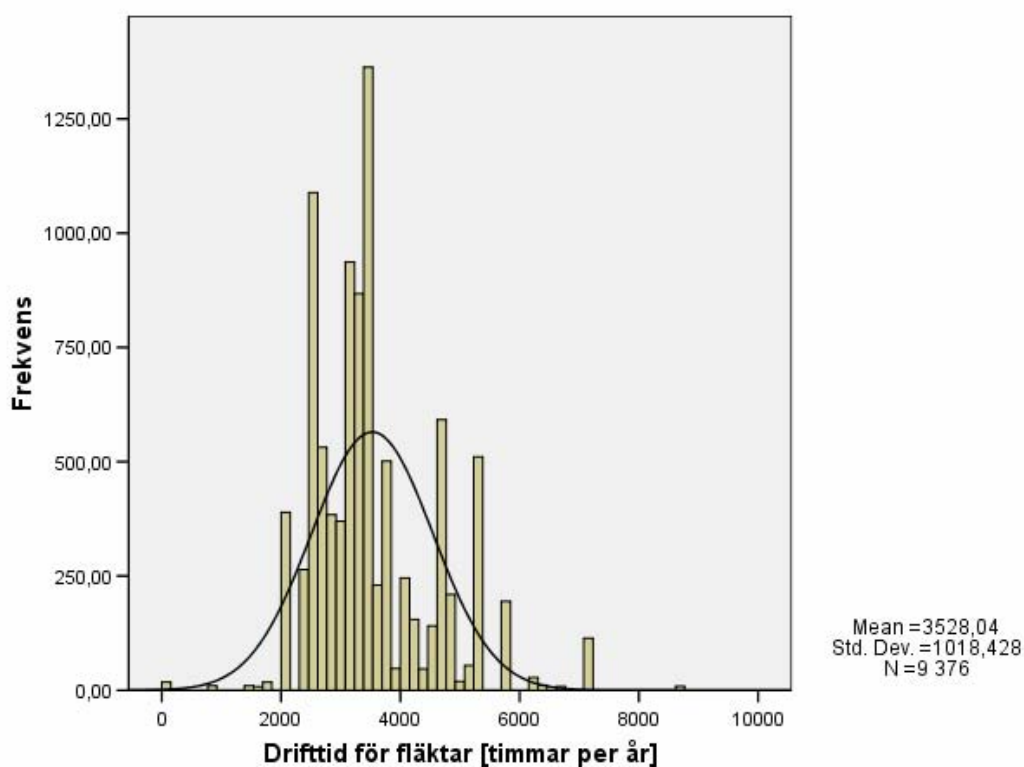
Ventilationsaggregatens ålder	Andel [%]
0-5 år	21,8
5-15 år	30,9
15 år eller äldre	47,1

Luftomsättningen i skolor har utifrån kännedom om från- och tilluft, samt byggnadens volym uppskattats till i genomsnitt 2,3 omsättningar per timme. Naturligtvis sker luftomsättning också till följd av självdrag, vilket alltså inte framkommer då omsättningarna beräknas utifrån fläktflöden. Luftomsättningen varierar så som redovisas i Figur 48.



Figur 48 Luftomsättningar per timme i skolor. Värdena är beräknade från fläktflöden och med hänsyn till skolornas nationella vikt.

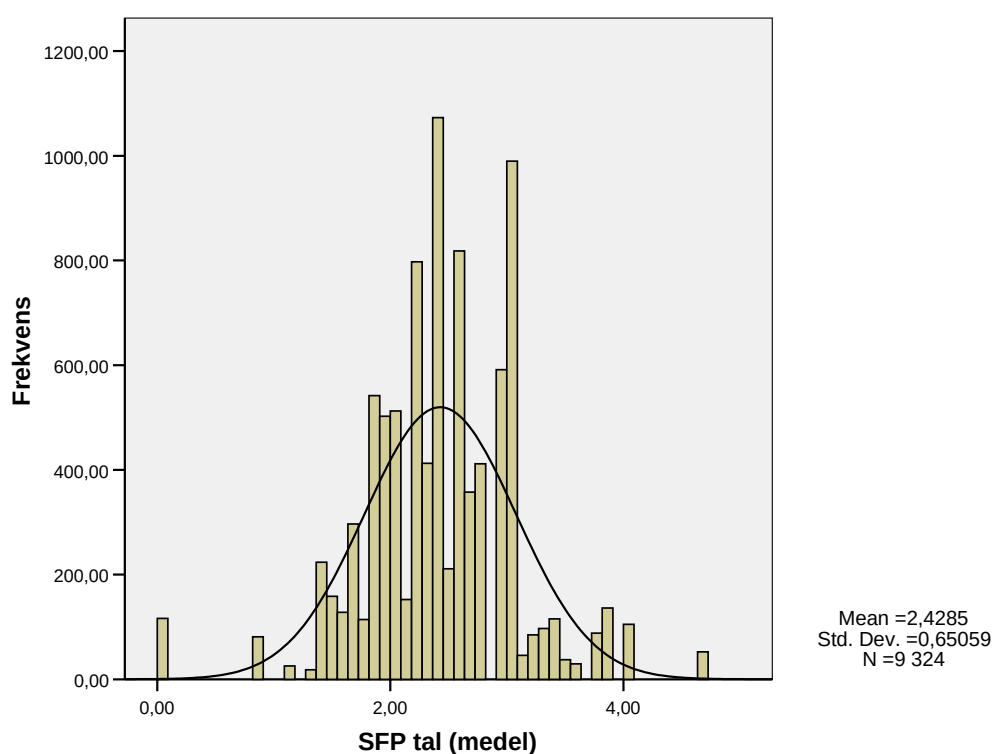
Fläktars drifttid har liksom för belysning stor betydelse för energianvändningen. Fläktars drifttid har beräknats för skolorna baserat på den installerade effekten och den totala energianvändningen för fläktar. Fläktars drifttid i skolor är i genomsnitt 3 528 timmar per år, vilket framgår av Figur 49.



Figur 49 Fläktars drifttider [timmar/år] per skola. Värdena är beräknade med hänsyn till skolornas nationella vikt.

Som ett mått på hur energieffektiva fläktar är anges dess SFP-tal (specifik fan power)²². Ju lägre SFP, ju effektivare fläkt. Ett genomsnittligt SFP-tal har beräknats per skola. SFP-talet för skolor är i medeltal 2,4 så som framgår av Figur 50.

²² SFP: samlagda effekten för både till- och frånluftsfläktar dividerat med det största av de två flödena [W/liter, s⁻¹].



Figur 50: SFP-tal för fläktar i skolor. Värdena har beräknats med hänsyn till skolornas nationella vikt.

Ventilationsaggregatens restaureringsbehov har också uppskattats. De flesta ventilationsaggregat behöver inte restaureras förrän efter tidigast fem år. Dock har restaureringsbehovet i detta fall inte innefattat behovet av värmeåtervinning, som i flera skolor är akut.

Tabell 36: Ventilationsinstallationers restaureringsbehov

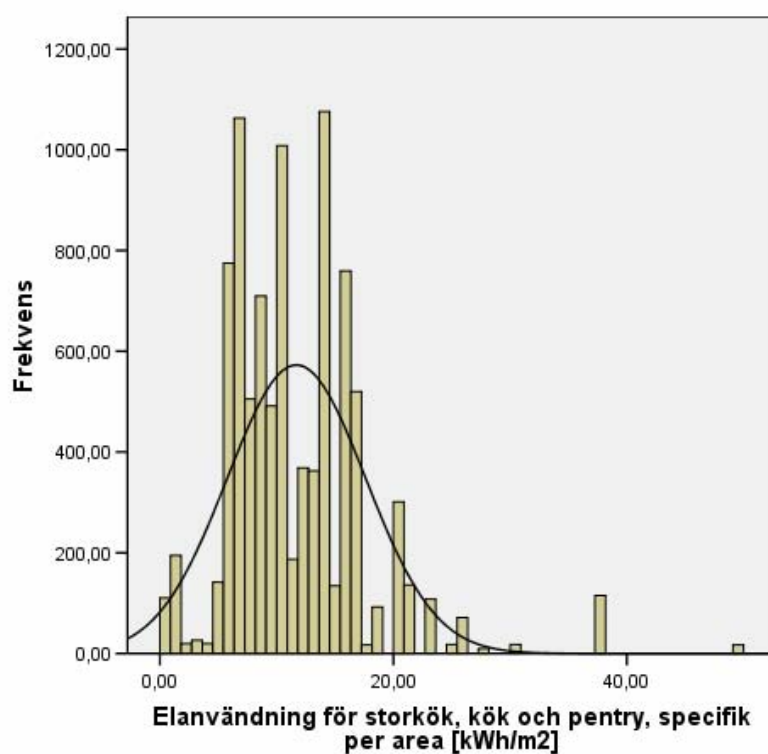
<i>Kategori</i>	<i>Andel</i>
1. Omedelbar restaurering behövs	5 %
2. En restaurering behövs inom 1-2 år	15 %
3. En restaurering behövs tidigast efter >5 år	80 %

13.6 Elanvändning i storkök, kök och pentry

Specifikt per area används 8,5 kWh per m² och år i skolors storkök och 1,7 kWh per m² och år i kök och pentry. Fördelning är som framgår av Figur 51.

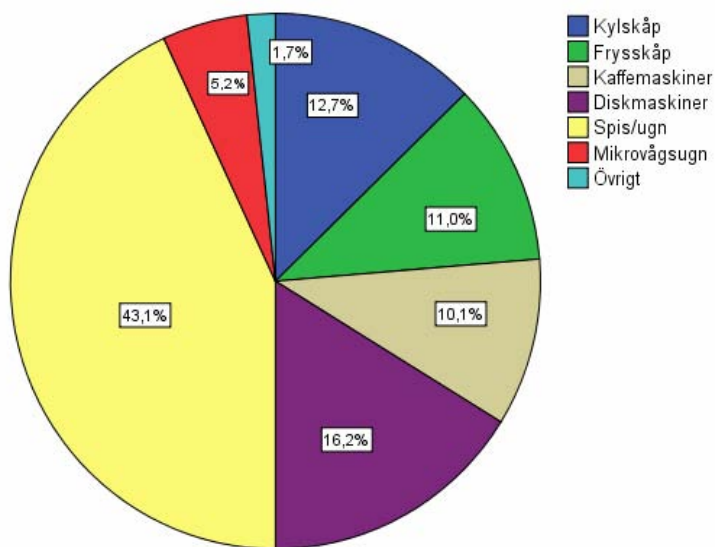
Elanvändningen i storkök är i genomsnitt 27,4 MWh/år i skolor. Elanvändningen i storkök och per antal portioner är 89 kWh per år. Storkökens elanvändning för olika typer av utrustning har inte inventerats då projektet bedömde att den indelningen görs bättre inom lokalkategorin restauranger.

Elanvändningen i skolers kök och pentry är i genomsnitt 7,2 MWh/år i skolor. Fördelningen mellan olika utrustning i kök och pentry är enligt Figur 53.



Värdena är viktade med avseende på nationell vikt

Figur 51 Elanvändningen i skolers kök och pentry [kWh/m², år]. Värdena är viktade med avseende på nationell vikt.



Figur 52: Elanvändningen i skolers kök och pentryn fördelning på användningsområde (ej storkök). Värdena är viktade med avseende på skolornas nationella vikt.

13.7 Övrig elanvändning

Övrig elanvändning för fastighetsdrift i skolor utgör 4,7 %, eller 3,8 kWh per m² och år och omfattar:

- Pumpar
- Kompressorer
- Kylmaskiner
- Hiss
- Annat specificerat

Övrig elanvändning för verksamheten i skolor utgör 2,2 %, eller 1,8 kWh per m² och år och omfattar:

- Kopieringsmaskiner
- Motorvärmare
- Verkstadslokaler
- Skrivare
- Bastu
- Trä och teknikslöjdsalar, ateljéer (exkl. spånsug och keramikugn)
- Datahall och server
- Tryckluft
- Musikanläggningar
- Friskvård (löpband, bubbelpool m m)
- Syslöjd
- Annan specificerad verksamhetsel

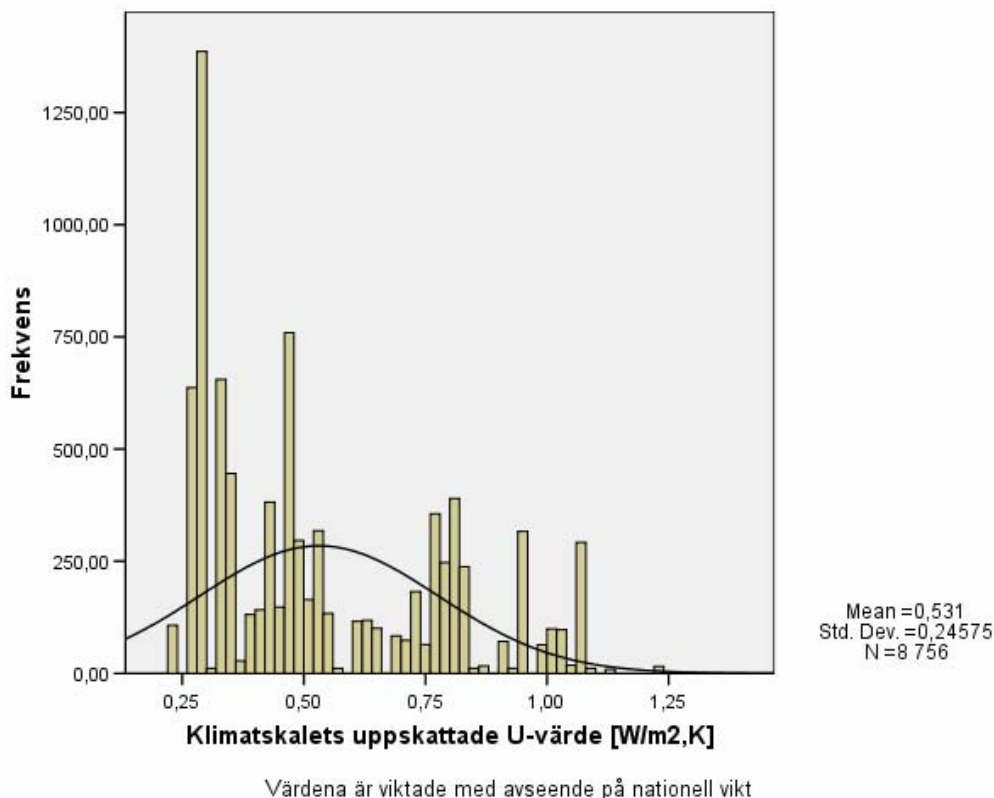
13.8 Klimatskalets U-värde

Klimatskalens U-värden har bedömts med hjälp av information från besiktningsmän och genom studier av konstruktions- och fasadritningar. Vid besiktningsarna fastställdes om klimatskalet renoverats och majoriteten av besiktningsmännen dokumenterade byggnadens skick med kamera.

Uppskattningen baseras på informationen från besiktningsmännen, ritningar och de riktlinjer som redovisas i rapporten ”Energideklarering av bostadsbyggnader – Delområde klimatskärm”. Andelen fönster har beräknats med hjälp av fasadritningar. I de fall där fastigheten består av flera byggnader har huvudbyggnaden för klassrumsundervisning studerats.

Ett genomsnittligt U-värde för byggnaden har även uppskattats, baserat på U-värdet för vägg, fönster och tak. Det genomsnittliga U-värdet för fönster och vägg har beräknats med hjälp av den uppmätta areafördelningen. Det totala genomsnittliga U-värdet har beräknats baserat på antagandet att areafördelningen mellan fönster- och väggarea och takarea är 1:1 i hus med en våning, 2:1 i hus med två våningar och så vidare.

Det nationella genomsnittliga U-värdet för skolor och förskolor har beräknats till $0,53 \text{ W/m}^2, \text{ K}$, men även i detta fall är spridningen och standardavvikelsen stor.



Figur 53 Skolornas genomsnittliga värmegenomgångstal är $0,53 \text{ W/m}^2, \text{ K}$

I tabeller i bilaga 4 finns följande information:

Kolumn 1: Skolans objektnummer

Kolumn 2: Den studerade byggnadens byggår

Kolumn 3: Byggnadens tyngd, L = Lätt, M = Medeltung och T = Tung

Kolumn 4: Definition på vilken byggnad som har studerats

Kolumn 5: Väggarnas uppskattades U-värde inklusive köldbryggor

Kolumn 6: Takens uppskattades U-värde inklusive köldbryggor

Kolumn 7: Fönstrens uppskattades U-värde

Kolumn 8: Beräknat genomsnittligt U-värde

Kolumn 9: Andel fönsterarea av den totala väggarean

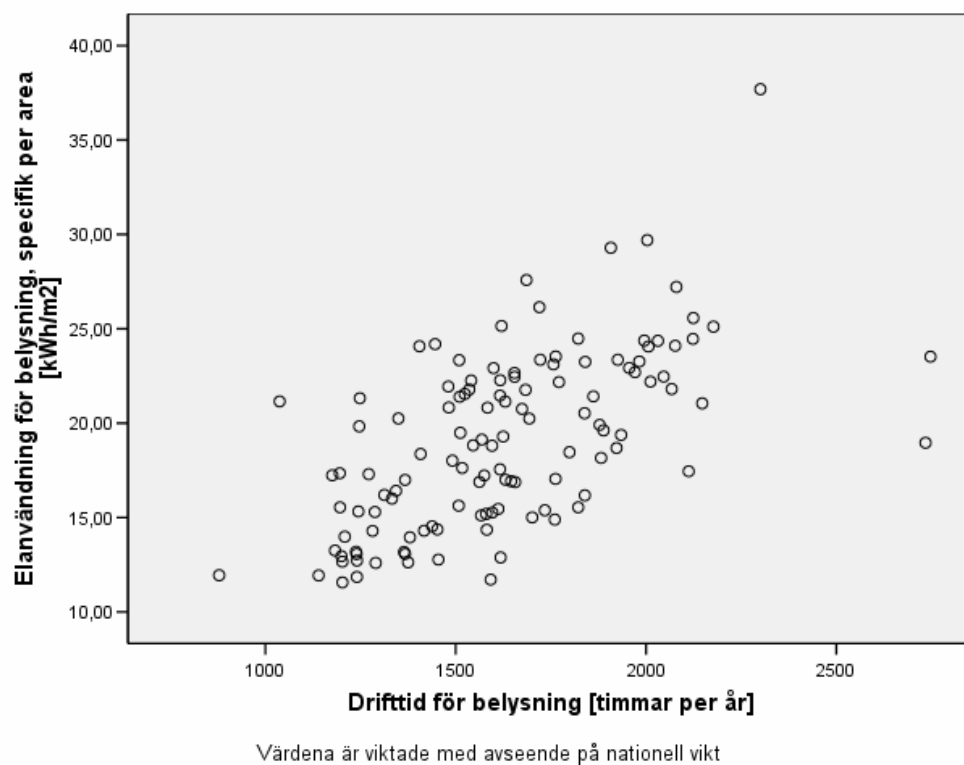
Kolumn 10: Åtgärder av klimatskalet som genomförts i byggnaden

13.9 Korrelation mellan undersökta faktorer

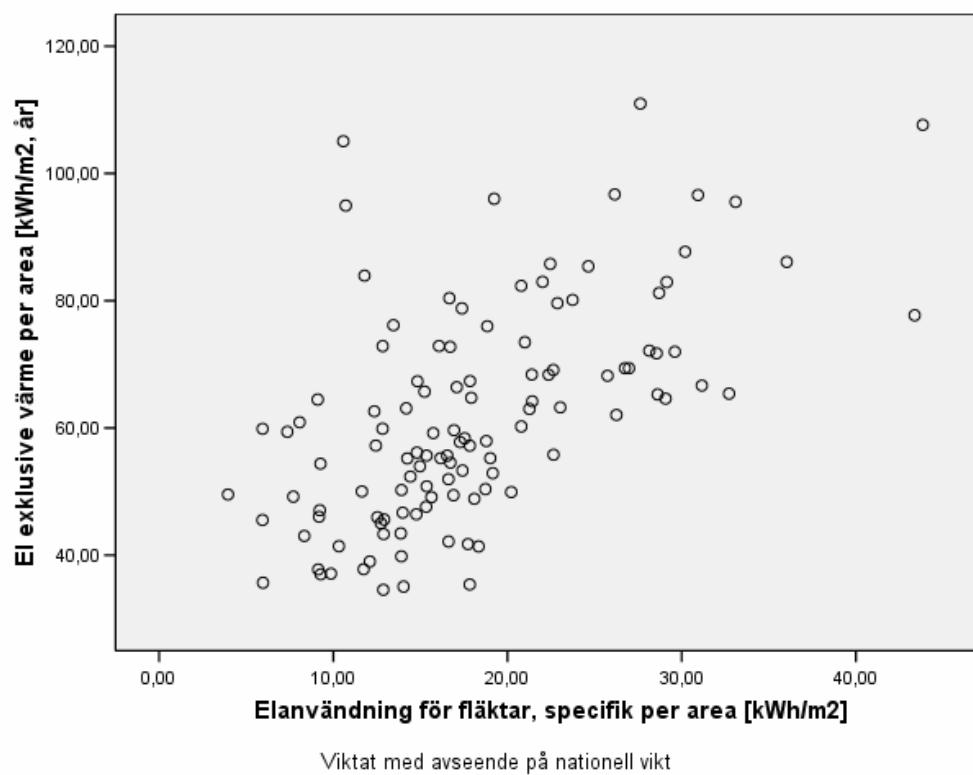
Bivariat korrelation har beräknats mellan skolors specifika elanvändning och några andra faktorer med hjälp av Pearson's korrelations koefficient, linjär korrelation. Bivariat korrelation betyder att man kan förvänta sig att en variabel varierar med den andra positivt eller negativt. Då den ena ökar, ökar eller minskar den andra mer eller mindre konsekvent. Korrelationskoefficienten varierar mellan -1 och 1, vid 0 finns ingen linjär korrelation. Resultaten fungerar vägledande, och ger inte direkta samband. Värdena för varje skola har viktats med avseende på nationell vikt och extrema fall har exkluderats. Här redovisas exempel på några samband som kan förväntas, samt motsvarande korrelationskoefficient²³:

- Specifik elanvändning för belysning ökar med belysningens ökande drifttid (0,697).
- Specifik elanvändning exklusive el-värme ökar med ökande specifik elanvändning för fläktar (0,615).
- Specifik elanvändning för fläktar minskar med ökande U-värde för klimatskalet (-0,401).
- Specifik elanvändning för fläktar minskar med fasadens ökande andel fönsterarea (-0,336).
- Specifik elanvändning exklusive el-värme minskar med fasadens ökande andel fönsterarea (-0,314).
- Specifik elanvändning exklusive el-värme minskar med ökande area (-0,291).
- Specifik elanvändning exklusive el-värme minskar med ökande U-värde för klimatskalet (0,259).
- Specifik elanvändning exklusive el-värme ökar med ökande specifik elanvändning för belysning (0,259).
- Specifik elanvändning exklusive el-värme minskar med ökande antal elever (-0,247).
- Specifik installerad effekt för belysning minskar med ökande area (-0,246).

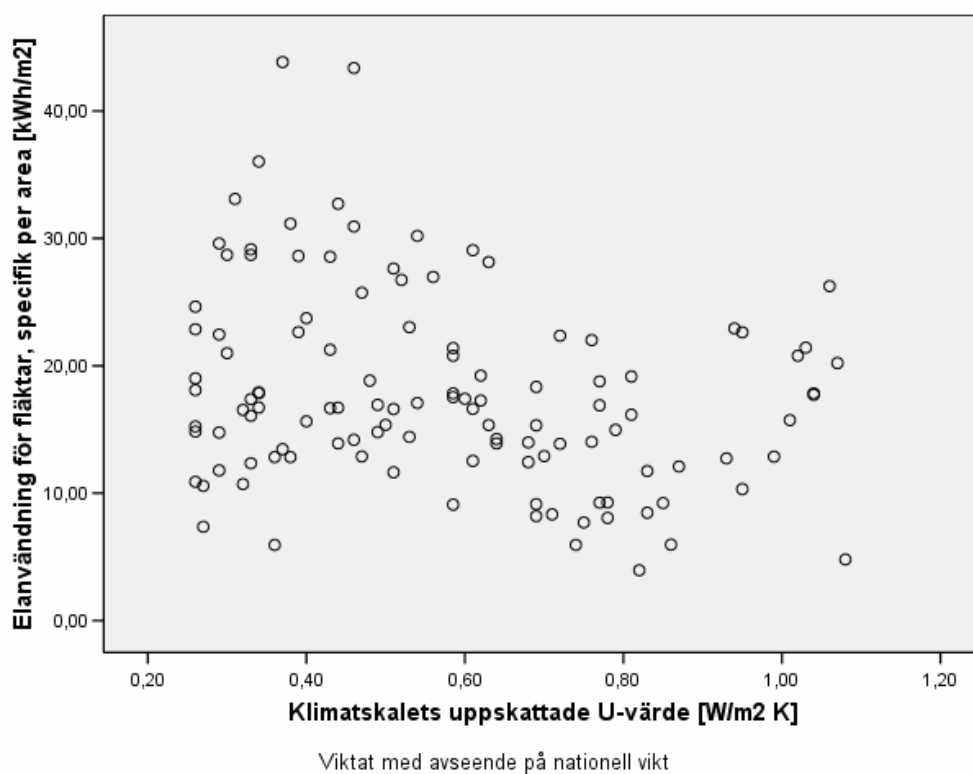
²³ Samtliga redovisade samband är signifikanta på 0,01 nivån.



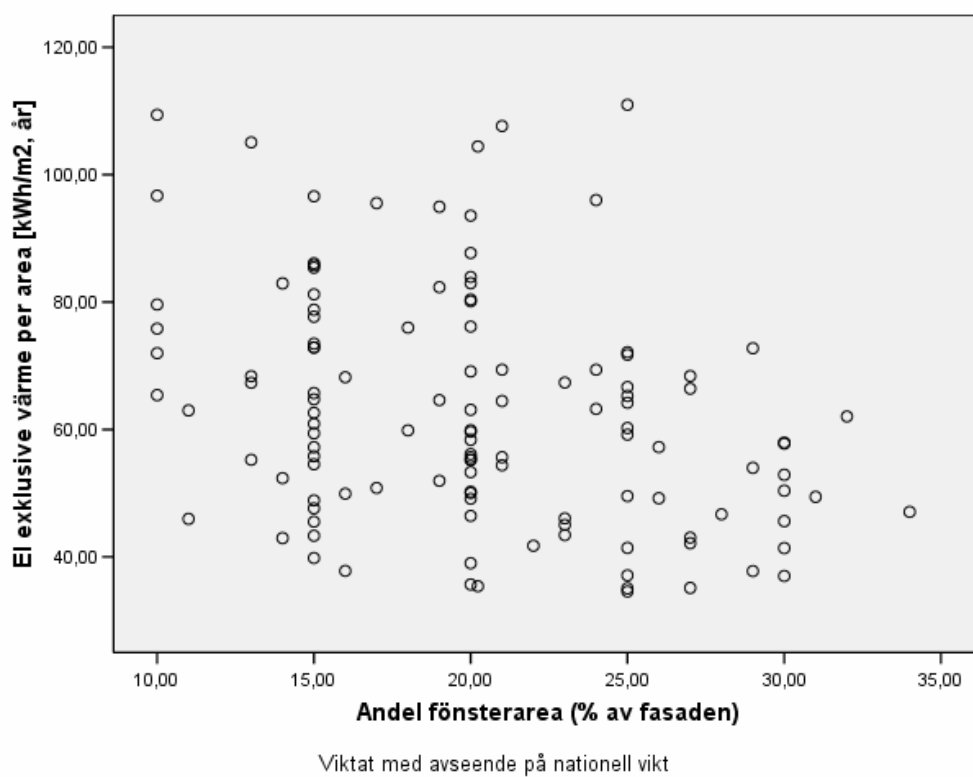
Figur 54 Korrelation mellan belysningens drifttid och total specifik elanvändning



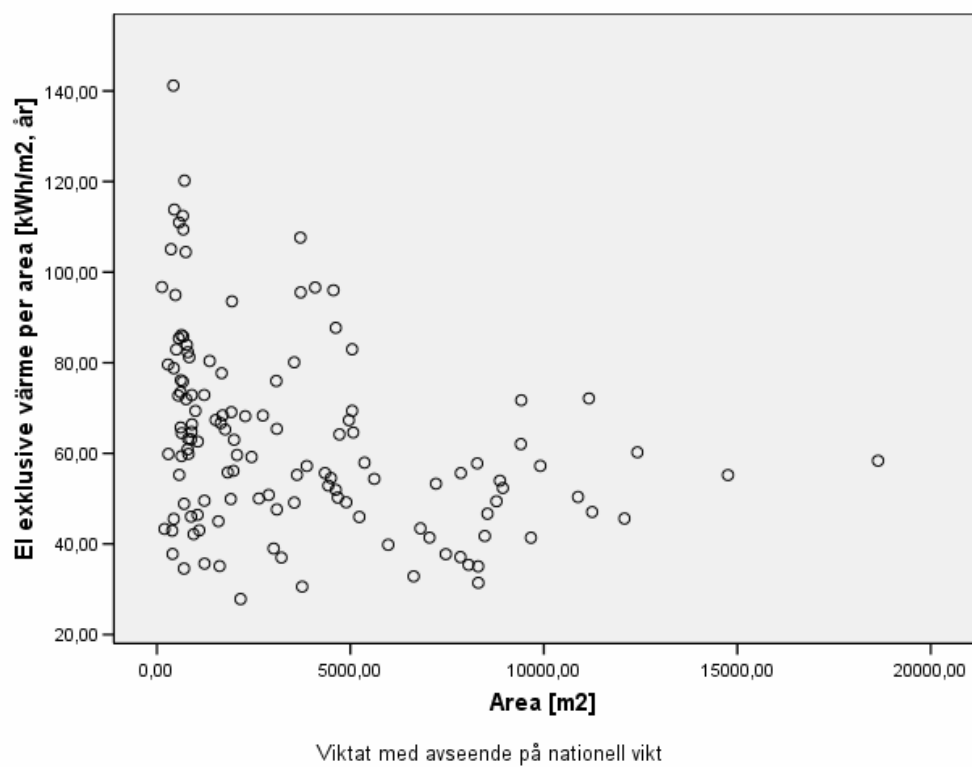
Figur 55: Korrelation mellan fläktars elanvändning och total specifik elanvändning



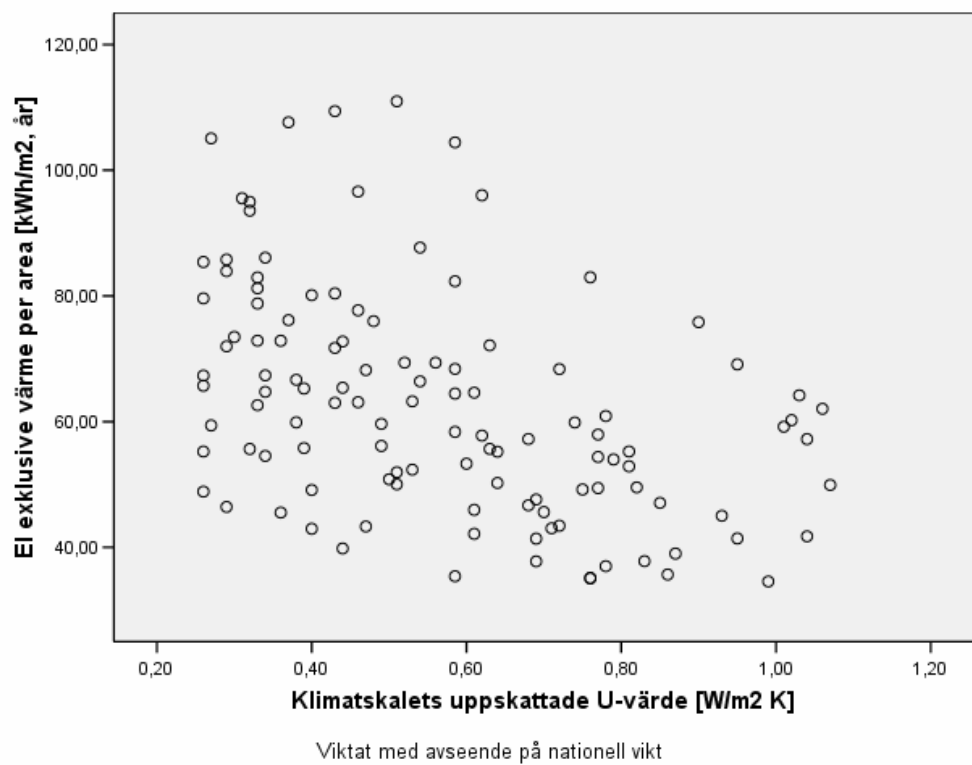
Figur 56: Korrelation mellan klimatskalets U-värde och fläktars specifika elanvändning



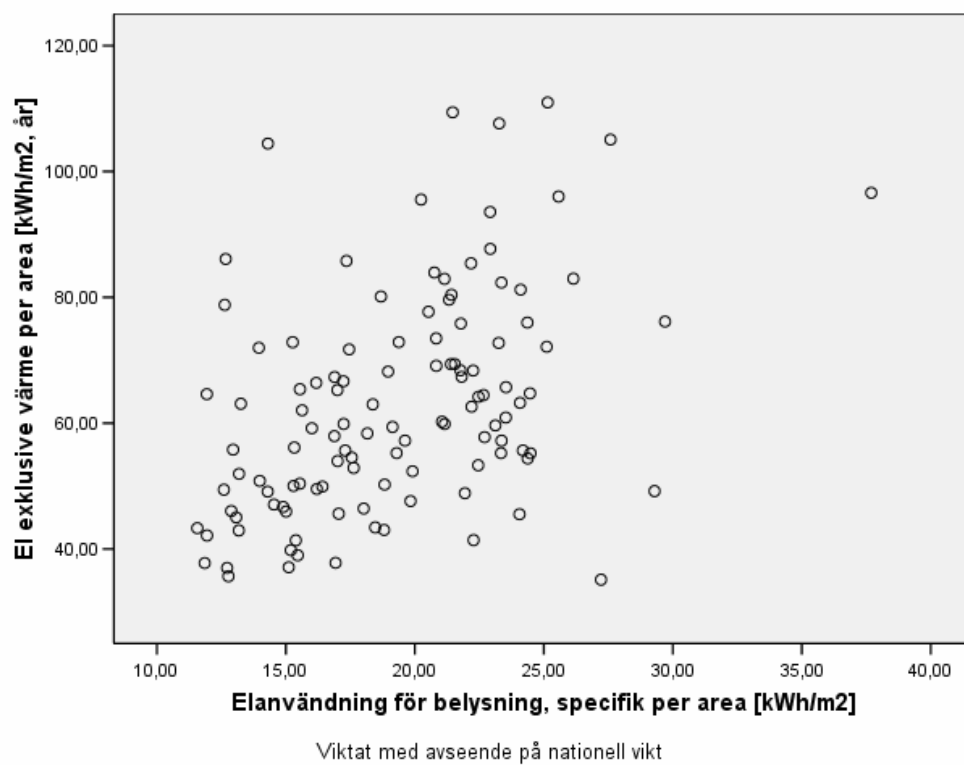
Figur 57: Korrelation mellan fasadens andel fönsterarea och total specifik elanvändning



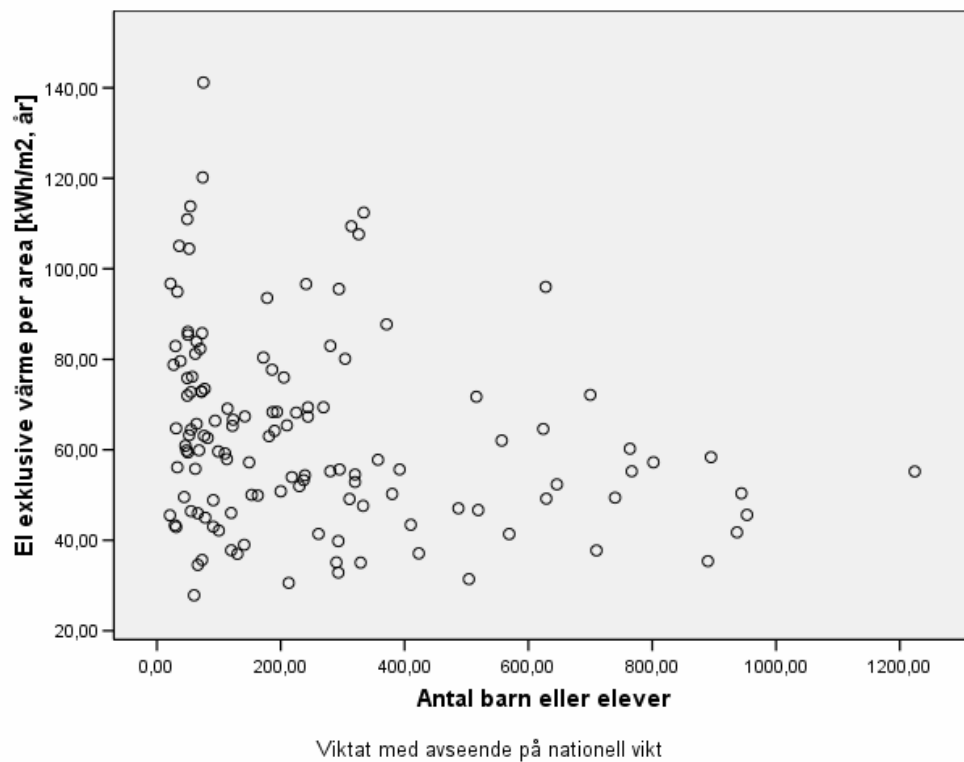
Figur 58 Korrelation mellan area och total specifik elanvändning



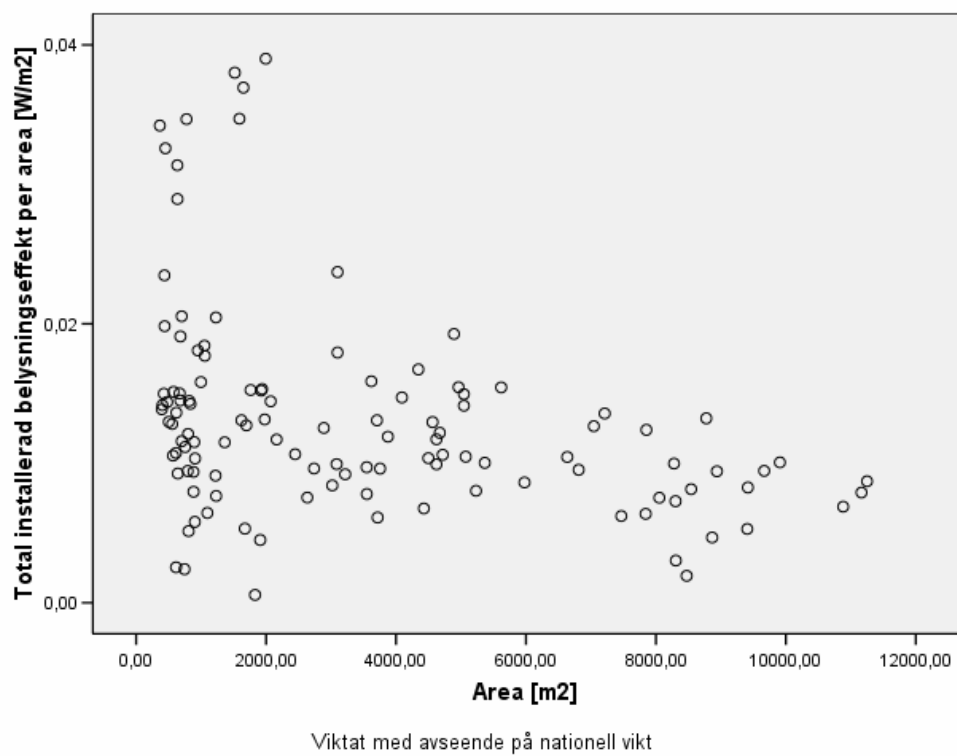
Figur 59 Korrelation mellan klimatskalets uppskattade U-värde och total specifik elanvändning



Figur 60 Korrelation mellan specifik elanvändning för belysning och total specifik elanvändning



Figur 61 Korrelation mellan antal barn eller elever och total specifik elanvändning



Figur 62 Korrelation mellan arean och total installerad belysningseffekt per area

14 Övriga erfarenheter och rekommendationer

Mycket har fungerat bättre på STIL2 projektets andra år jämfört med det första. Framförallt har urvalet varit mer kontrollerat, och därmed har resultat kunnat viktas till nationell nivå.

Att lägga mer tid på förberedelser av material m.m. till besiktningarna visade sig också vara en förbättring.

Mätningar av nyckeltal borde kunna ske löpande för STIL2 projektet.

Analysen av data är svår att hinna med i december, då den inte kan göras förrän efter det att alla resultat finns och är kvalitetssäkrade. En enkel sammanställning är rimligt att hinna med, men vidare analyser kunde kanske senareläggas.

Skolors storkök är ett relativt stort elanvändningsområde. Eventuellt kunde detta undersökas i mer detalj tidigare än i samband med restauranger, som har varit tanken i år.

Del 3 Analys av innemiljö och byggnadsteknisk status

15 Sammanfattning

Denna rapport är en sammanfattande bedömning av inomhusmiljöstatusen och statusen av klimatskalet i en studie av 131 statistiskt utvalda svenska skolor och förskolor. Studien har utförts som en del i STIL2-projektet under våren och hösten 2006.

Varje objekt har inventerats utifrån 29 inomhusmiljöaspekter, utvalda från modellen Miljöstatus För Byggnader. De 29 inomhusmiljöaspekterna har bedömts i en 5-gradig betygsskala, 1-5, där betyg 1 innebär dålig inomhusmiljöstatus och 5, bra inomhusmiljöstatus. Nedan redovisas slutsatserna från inventeringarna uppdelat i 9 huvudgrupper av inomhusmiljöfrågor.

Tabell 37

Magnetfält	Generellt finns det inga större problem med höga magnetfält i de undersökta objekten.
Belysning	72 % av alla undersökta objekt saknar helt eller delvis flimmerfri belysning. Dagsljusupplysningen är generellt bra i undersökta objekt.
Luft	2/3 av de undersökta objekten har någon aspekt som ger sämre förutsättningar för god luftkvalitet. Ca 40 % av objekten har t.ex. inte godkända OVK-protokoll, vilket kan innebära att ventilationen inte fungerar som avsett. Nästan 75 % av objekten har luftkvalitetsproblem som kan kopplas direkt till besvär för brukarna. Problem med lufttemperaturen är den aspekt som är vanligast förekommande, följt av luktproblem.
Legionella	Risken för legionella är påtaglig för de undersökta objekten.
Ljud	I drygt hälften av objekten finns det någon form av akustikproblem. Bristfällig luftljudsisolering mellan olika rum är den aspekt som orsakar flest ljudproblem; i detta avseende är förskolorna värre utsatta än skolorna.
Termiskt klimat	75 % av objekten har någon form av påtalade eller identifierade problem med det termiska klimatet. 70 % av objekten saknar någon form av utvändigt solavskärmning, exempelvis markiser eller solskyddsglas, vilket ger varma lokaler i solutsatta lägen.
Fukt	81 % av de undersökta objekten har någon form av fuktproblem (riskkonstruktion eller konstaterad fuktskada). I 40 % av objekten har någon form av fuktskada konstaterats. Fuktproblem i grunden är den fuktaspekt som medfört flest problem. Totalt har 75 % av alla undersökta skolor eller förskolor någon form av risk eller konstaterade problem med grunden. Där fuktskador konstaterats i grunden utgör krypgrunder 70 % av dessa.
Städbarhet	Inga objekt har genomgående bra städbarhet. Städbarheten av golv och våtrum är övervägande acceptabel, däremot är städbarheten sämre vad gäller inredningen.
Radon	De undersökta objekten har inga större radonproblem. I 4 % av objekten har ett radonvärde över gränsvärdet, 200 Bq/m ³ , uppmätts i rum för stadigvarande vistelse.

Skillnader mellan skolor och förskolor

Underhållsmässigt har fönster och fasader varit i bättre skick i de undersökta skolorna jämfört med förskolorna.

Medelbetygen av innemiljöfrågorna skiljer sig ytterst lite mellan de två objektsgrupperna. Om man däremot studerar de enskilda innemiljöfrågorna finns ett antal signifikanta skillnader i studien:

- Rumshöjderna är lägre i förskolor men kraven på rumshöjderna är oftast uppnådda; 2,40 meter för förskolor och 2,70 meter för skolor.
- Städbarheten är ofta sämre i förskolor avseende inredningen och golvytor, bland annat beroende på fler leksaker, vilket innebär fler hyllor och därmed en högre hyllfaktor samt svåråtkomliga golvytor. Skolorna uppvisar däremot sämre städbarförhållanden än förskolorna i våtrum.
- Det finns en tendens till att förskolorna har sämre klass på tilluftsfilter i de mekaniska ventilationsaggregaten än skolor.
- Förskolorna har fler påtalade eller identifierade luktproblem än skolorna.
- Förskolorna har mer problem med störande luftljud än skolorna.
- Förskolorna har betydligt större problem med kalla golv än skolorna.
- Skolorna har fler objekt med risk för legionella än förskolorna.
- Skolorna har mer fuktproblem i våtrum än förskolorna.
- Skolorna har mer problem med solinstrålning än förskolorna.
- Skolorna har mer problem med luftläckage från dörrar och fönster samt kallras än förskolorna.

Kostnader relaterade till underhållsbehov av objektens klimatskal

Inom ramen för denna studie har åtgärds-kostnader inom en 5-årsperiod överstigande 50 000 SEK, exklusive mervärdesskatt, tagits fram för klimatskalet, inneklimatproblem och invändiga fuktskador. Åtgärderna avser såväl observerade skador som underhållsbehov på grund av ålder. 76 skolor och 40 förskolor har ingått i bedömningen. Resterande skolor och förskolor inventerades i STIL2-projektets pilotstudie, där ingen bedömning av klimatskalet har gjorts.

Studien visar att behovet av takunderhåll utgör nästan hälften av de totalt identifierade kostnaderna.

Nyckeltal (SEK/m²A_{temp} för åtgärder inom en 5-årsperiod) och genomsnittskostnad per åtgärd för byggnadsdelarna tak, fönster och fasad har beräknats.

Tak: Förskolorna bedöms i genomsnitt ha en kostnad på drygt 70 SEK/m²A_{temp} medan skolorna ligger på drygt 80 SEK/m²A_{temp}. Kostnaden per åtgärd är i genomsnitt cirka 800 000 SEK för skolor och 200 000 SEK för förskolor.

Studien visar att skolorna har ett jämförelsevis något större åtgärdsbehov än förskolor vad gäller tak.

Fönster: Förskolorna bedöms ha en kostnad på 90 SEK/m²A_{temp} medan skolorna bedöms ligga på knappt 50 SEK/m²A_{temp}. Kostnaden per åtgärd har i genomsnitt beräknats till cirka 360 000 SEK för skolor och cirka 110 000 SEK för förskolor.

Studien visar att förskolorna har ett jämförelsevis större åtgärdsbehov än skolor vad gäller fönster.

Fasad: Förskolorna beräknas ha en kostnad på drygt 30 SEK/m²A_{temp} medan skolorna bedöms ligga på cirka 10 SEK/m²A_{temp}. Kostnaden per åtgärd beräknas i genomsnitt vara drygt 250 000 SEK för skolor och cirka 100 000 SEK för förskolor.

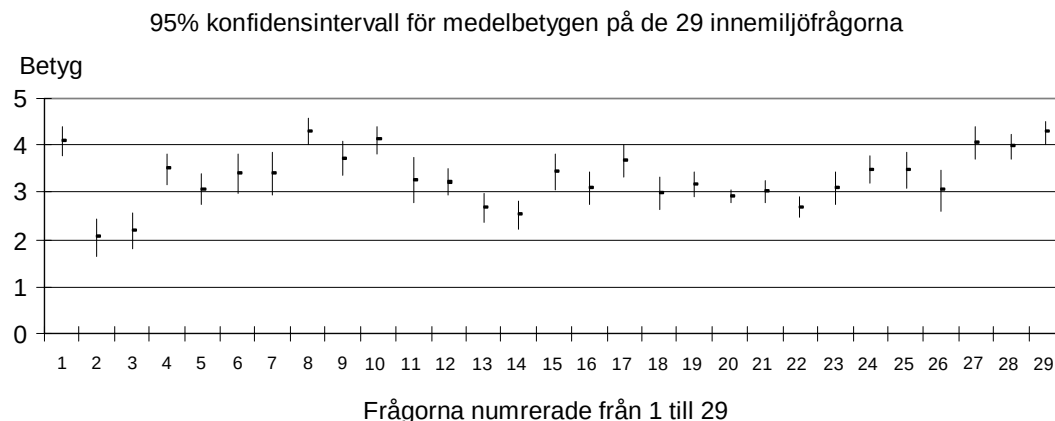
Studien visar att förskolorna har ett jämförelsevis större åtgärdsbehov än skolor vad gäller fasader.

Fuktskador i grunden, invändiga fuktskador - såsom våtrumsproblem- och övriga inneklimatproblem kräver ofta en utredning för att komma fram till omfattningen av problemet, för att därefter finna rätt typ av åtgärd och följaktligen kostnaden. Därför har inga nyckeltal för dessa poster tagits fram.

Skattning till nationella värden

Nyckeltal och kostnader enligt beskrivningen ovan visar på en tendens över hur underhållsbehovet i svenska skolor och förskolor är. Med hjälp av erhållna resultat från de undersökta skolorna och förskolorna i STIL2-studien, har en uppskalning till nationell nivå gjorts genom att ta hänsyn till vilken nationell vikt respektive objekt har. På så sätt erhålls en bedömning avseende inomhusmiljöstatus och klimatskalets status för alla svenska skolor och förskolor.

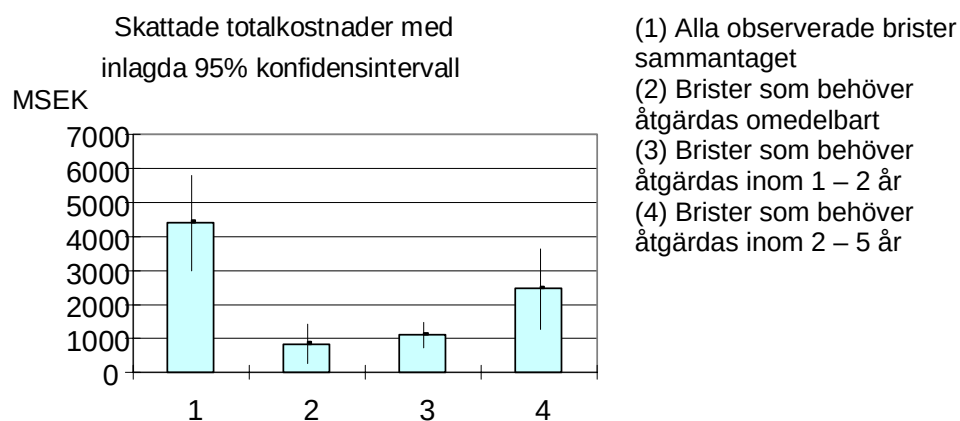
I diagrammet nedan redovisas klassningarna för de 29 inomhusmiljöfrågorna uppskalade till nationell nivå.



- | | | |
|-----------------------|-----------------------|------------------------------|
| 1. magnetfält | 11. OVK | 21. städbarhet golv |
| 2. HF-don | 12. rumshöjd | 22. städbarhet inredning |
| 3. legionella | 13. tilluftsfilter | 23. solinstrålning |
| 4. rumsakustik | 14. lufttemperatur | 24. drag från tilluftsdon |
| 5. installationsljud | 15. torrhet i luft | 25. luftläckage från fönster |
| 6. luftljud | 16. luktproblem | 26. kalla golv |
| 7. stegljud | 17. takavvattning | 27. kallras |
| 8. ljud utifrån | 18. fuktskador grund | 28. dagsljusupplysning |
| 9. filterbyten | 19. våtrum | 29. radon |
| 10. kortslutningsrisk | 20. städbarhet våtrum | |

Figur 63

I diagrammet nedan redovisas skattade totalkostnader, uppskalat till nationell nivå, för åtgärder i samtliga svenska skolors och förskolors klimatskal, kök och våtrum samt inomhusmiljörelaterade problem.



Figur 64

Det bör observeras att de uppskattade totalkostnaderna är i underkant eftersom många åtgärder, främst brister i grunden, inledningsvis kräver utredning för att komma fram till rätt åtgärd. Utredningskostnaden ligger ofta på 50-70 000 SEK, men den efterföljande åtgärden kan uppgå till miljonbelopp. Vidare är det möjligt

att klimatskalet för det undersökta beståndet representerar är i något bättre skick än det faktiska i landet. För speciellt objektsgruppen skolor är en stor del av de undersökta objekten byggda fram till 1940, vilket innebär att renoveringar av klimatskalet sannolikt skett en eller flera gånger.

Förslag på förbättringar

Förslag på åtgärder har tagits fram för funna brister i inomhusmiljön och underhåll av klimatskalet. Utifrån dessa ges följande, allmänna rekommendationer:

- Förhindra övertemperaturer i lokaler genom att applicera utvändigt solskydd i solutsatta lägen.
- Säkerställ att tilluftsflöden minst uppfyller normkravet vid aktuell personbelastning.
- Information och kunskapsspridning av installationers funktionalitet med mera till brukare är viktig. Brukarna kan då få en förståelse för hur möblering och andra verksamhetsrelaterade aspekter kan inverka på inomhusmiljön.
- Mer omfattande OVK-besiktningar eller upprättande av andra former av luftkvalitetsbesiktningar bör genomföras.
- Säkerställ bra inomhusmiljö vid nybyggnad, om- och tillbyggnad samt i förvaltningsskedet. Genom att upprätta och följa upp projektspecifika krav för inomhusmiljön, från gestaltungsstadiet till förvaltningsstadiet, kan en god inomhusmiljö skapas.
- Upprätta bra förfrågningsunderlag vid upphandling av driftentreprenörer med syfte att upprätthålla en god inomhusmiljö.
- Upprätta underhållsplaner med inomhusmiljöfokus genom att initialt kartlägga statusen av byggnadsdelar och installationer. Syftet är att förebygga större inomhusmiljöbrister genom att ge utrymme för underhållskostnaderna och fördela kostnaderna lämpligt över tiden. Genom denna fördelning kan bra lösningar ur ett livscykelkostnadsperspektiv väljas, och kortsiktiga lösningar kan undvikas.
- Installera bra styr- och reglerutrustning. Driftstörningar kan då snabbt identifieras och åtgärdas samt att klimatet kan behovsstyras och optimeras.
- Förbättra ljudklimatet avseende såväl rumsakustiska förhållanden som luft- och stegljud.
- Fuktssäkra byggnaderna. Dokumentation som beskriver risker eller observerade problem upprättas. Rutiner bör också upprättas som reglerar hur bestående fuktskador med efterföljande mögelproblem i inomhusmiljön undviks, om t ex vattenläckage uppstår.

16 Syfte

Statens energimyndighet arbetar sedan 2003 med att förbättra den nationella energistatistiken för bebyggelsen. Projektet ”STIL2”, tidigare kallat Stegvis STIL, ingår som en del i denna nationella satsning och innebär att olika byggnadsbestånd (bostäder, kontor, skolor etc) inventeras med avseende på elanvändning. Från och med år 2006 inkluderas inomhusmiljöfrågor i ”STIL2” genom ett samarbete med Boverket.

Denna rapport är en sammanfattande bedömning av inomhusmiljöstatusen i svenska skolor och förskolor. I studien har också ingått att bedöma reparations- och underhållsbehov av byggnadernas klimatskal.

Bedömningen utgår från resultat erhållna vid inomhusmiljöbesiktningar av 116 förskolor och skolor som har utförts under hösten 2006. I underlaget ingår dessutom resultat från 15 skolor och förskolor som inventerades under våren 2006, i projektets pilotstudie. I pilotstudien har ingen bedömning av statusen hos klimatskalet utförts.

17 Genomförande

17.1 Inventering av skolor och förskolor

Urvalet av de inventerade skolorna och förskolorna beskrivs i detalj i STIL2:s huvudrapport för 2007. Urvalet har gjorts av SCB med Arbetsställeregistret som urvalsram.

Innemiljöinventeringen av 116 skolor och förskolor har utförts under hösten 2006 med hjälp av personal från WSP Environmental. Under vårens pilotstudie har såväl personal från WSP Environmental som ÅF genomfört inventeringarna.

Varje inventering har inletts med en intervju med personal från skolan eller förskolan och/eller personal från fastighetsägaren. Under intervjun har dels fakta om byggnadernas historik, konstruktion och installationer insamlats, dels har kända skador och förekommande synpunkter på inomhusmiljön efterfrågats. Frågorna har ställts utifrån ett formulär som utarbetats i samarbete med Boverket. Därefter har fastigheten inventerats.

29 innemiljöfrågor har betygsatts och kommenterats. Dessa kan delas i huvudgrupperna

- magnetfält (1 fråga)
- belysning (2)
- legionella (1)
- ljud (5)
- luft (8)
- termiskt klimat (5)
- fukt (3)
- städbarhet (3)
- radon (1)

De 29 innemiljöfrågorna har valts ut från Miljöstatusföreningens modell för bedömning av byggnaders miljöstatus. I appendix 1 finns de aktuella innemiljöfrågorna beskrivna.

Varje innemiljöfråga har klassats i en 5-gradig skala:

5. Bra miljöval genomgående/nyare material i bra skick och utförande/generellt nöjda brukare
4. Övervägande enligt 5
3. Normal standard/få klagomål
2. Delvis dåliga miljöval/lokala skador har konstaterats/ betydande klagomål från brukare/ innemiljöfrågan bör undersökas närmare

1. Dåliga miljöval genomgående/konstaterade skador/omfattande klagomål från brukare
0. Ej aktuell fråga för objektet eller att inventering av frågan ej kunnat utföras

Förutom att ge innemiljöfrågorna en klassning har alltid en motivering till klassningen skrivits.

Vid den statistiska bearbetningen har samtliga innemiljöfrågor haft lika stor betydelse, dvs ingen viktning mellan olika frågor har gjorts. Vid objekt med flera byggnader, där standarden varierar, eller där delar inom en byggnad skiljer sig åt, blir klassningen normalt 2 eller 4, dvs övervägande bra eller delvis dåligt. Om bedömningen är att en avvikelse är av ringa karaktär, förändras inte klassningen för aktuell innemiljöfråga. Däremot kommenteras avvikelsen för den aktuella innemiljöfrågan.

Inventeringen har varit okulär och omfattat endast åtkomliga och inte dolda delar. Inventeringen har varit av representativ stickprovsmässig karaktär.

Underlag i form av ritningar och OVK-protokoll (Obligatorisk Ventilations Kontroll) har erhållits från energibesiktningen i STIL2-studien, i den mån de funnits tillgängliga, för inventerade objekt.

Till grund för bedömningarna har också stickprovsvisa mätningar utförts på respektive objekt avseende magnetfält, tappvarmvattentemperatur, radon samt temperatur och relativ fuktighet. Mätningar av radon har genomförts på tre ställen inomhus på respektive objekt. I några fall har långtidsmätningar utförts, en så kallad årsmedelsmätning, men på grund av uppdragets tidsramar har flertalet mätningar kommit att utgöras av indikerande korttidsmätningar. Den relativa fuktigheten och temperaturen inomhus och utomhus har mätts på respektive objekt. Generellt har en mätpunkt inomhus i ett typklassrum valts liksom en mätpunkt i solskyddat läge utomhus. Mätningarna har genomförts under en vecka, se även Appendix 2 för metodbeskrivning.

Brister och underhållsbehov hos klimatskalet eller åtgärdsbehov till följd av fukt-skador har noterats och kostnadsuppskattats i de fall åtgärder bedömts medföra kostnader som överstiger 50 000 kr, exkl. mervärdesskatt. Åtgärdsförslag har även tagits fram för andra innemiljöaspekter såsom t ex ljud och belysning liksom smärre brister i klimatskalet och fuktskador, men dessa brister har inte kostnadsuppskattats. För de skolor och förskolor som ingick i pilotstudien har dock inga bedömningar av klimatskalet gjorts.

Kostnadsuppskattningar är baserade på statistiska kostnader för arbete och material, publicerade av Repab 2006 och Sektionsfakta-ROT 05/06. I vissa fall har priser hämtats in erfarenhetsmässigt och efter kontakt med entreprenörer. Samtliga inventerare i projektet har haft samma mall för kostnadsbedömningarna.

En kortfattad teknisk beskrivning har upprättats för varje objekt. Uppenbara brister hos installationerna har påtalats i sammanfattningen för respektive förskola eller skola, men har annars inte ingått i uppdraget.

Resultaten från respektive inventering har lagts in i ett webbaserat datorprogram där resultaten sparas i en databas och bearbetats till en redovisning i text och diagramform. Rapporterna har sedan lagts ut på Energimyndighetens webbplats (www.energimyndigheten.se) i pdf-format, där fastighetsägaren och objektens personal har tillgång till rapporterna. Varje objekt har avidentifierats och benämns bara med en objektsunik kod.

Parallellt med inomhusinventeringen har inomhusenkäter skickats ut till personalen i objekten. Inomhusenkäten har hanterats och utvärderats av yrkesmedicinska kliniken i Örebro, där Kjell Andersson är ansvarig. Resultaten redovisas dock i en egen rapport.

17.2 Skattning till nationella värden

Samtliga skolors och förskolors betyg och identifierade brister med kostnadsuppskattningar har importerats till excelblad från databasen. Varje skola och förskola har en nationell vikt som tagits fram i STIL2-projektet.

Genom att förse skolorna och förskolorna med nationella vikter har en skattning av resultaten till nationell nivå gjorts. Denna skattning för inomhusdelen har utförts av Tommy Waller från Högskolan i Gävle. Resultaten redovisas i kapitlet Resultat av skattning till nationella värden på sidan 161.

17.3 Datahantering i objektsdatabas

För att hantera den stora datamängd som inventeringen av objekten genererar, har en inventeringsrutin valts där all data lagrats i en databas.

För att förenkla inmatningen av inventeringsresultat har en webbtjänst skapats. Fördelarna med en webbtjänst har varit att:

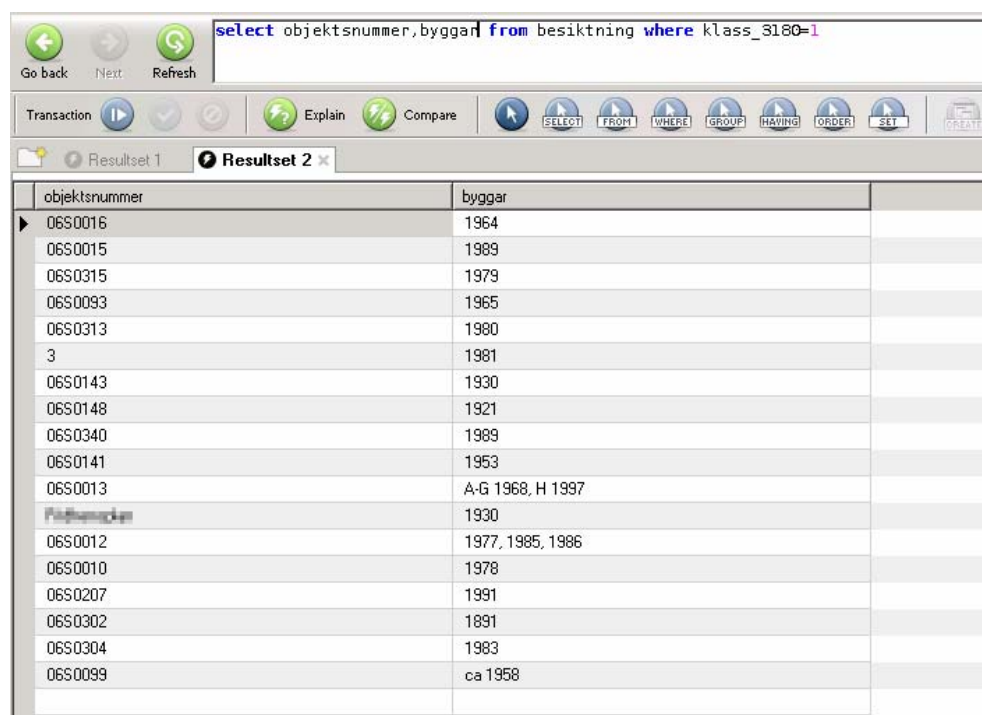
- Ingen programvara behöver distribueras till användarna.
- Alla uppdateringar sker centralt och börjar gälla omedelbart hos alla användare.
- Inget nytt program behöver installeras hos användarna, allt som behövs är en webbläsare.
- Webbtjänsten är åtkomlig överallt.

Hela webbtjänsten är utvecklad i ett scriptspråk som kallas PHP. PHP är licensierat som öppen programvara och kan användas fritt. Som databasserver har MySQL använts.

Webbtjänsten är uppbyggd med en objektsdatabas där alla inventerade objekt lagts in tillsammans med fastighetsdata. Till dessa objekt har sedan inventeringsresultaten rörande inommiljö och klimatskal kopplats. Detta gör att det är lätt att utföra sökningar i hela datamaterialet, samt att i framtiden eventuellt bygga vidare på det nu insamlade materialet.

17.4 Analys av indata

Som underlag för denna sammanfattande rapport har databaskörningar gjorts för att hitta mönster och tendenser i datamaterialet. Dessa körningar har gjorts direkt mot databasen med olika villkorssatser. Två exempel på sådana databaskörningar visas nedan.



The screenshot shows a web interface for a SQL query tool. At the top, there is a query editor with the following SQL statement: `select objektsnummer, byggar from besiktning where klass_3180=1`. Below the editor, there are buttons for "Go back", "Next", and "Refresh". A toolbar contains icons for "Transaction", "Explain", "Compare", and various SQL clauses: "SELECT", "FROM", "WHERE", "GROUP", "HAVING", "ORDER", "SET", and "CREATE". Below the toolbar, there are tabs for "Resultset 1" and "Resultset 2", with "Resultset 2" being the active tab. The table below displays the results of the query, with columns "objektsnummer" and "byggar".

objektsnummer	byggar
06S0016	1964
06S0015	1989
06S0315	1979
06S0093	1965
06S0313	1980
3	1981
06S0143	1930
06S0148	1921
06S0340	1989
06S0141	1953
06S0013	A-G 1968, H 1997
Fotbollsplan	1930
06S0012	1977, 1985, 1986
06S0010	1978
06S0207	1991
06S0302	1891
06S0304	1983
06S0099	ca 1958

Figur 65 Körningen visar alla objekt som erhållit betyget 1 på fråga 3180 (finns godkänt OVK-protokoll), d v s där OVK:n inte är godkänd

Go back Next Refresh Transaction Explain Compare SELECT FROM WHERE GROUP HAVING ORDER SET CREATE Resultset 1 Resultset 2 Resultset 3 Resultset 4		
<pre>select objektsnummer,byggar from besiktning where (klass_3253=2 or klass_3253=1) AND (klass_3360=1 or klass_3360=2) or (klass_3350=1 or klass_3350=2)</pre>		
objektsnummer	byggar	
06S0015	1989	
06S0229	Hus A: 1928, Hus B: 1991, Hus C: 1907	
06S0130	Ca 1930 (huvudbyggnad), Ca 1960 (matsal, f d)	
06S0313	1980	
2	1952	
06S0193	Huvudbyggnaden 1969/70, HTO ca 1965, Särskola	
06S0257	1976	
06S0143	1930	
06S0240	Okänt	
06Sådal	1967	
06S0232	1962	
06S0243	1930-tal	
06S162	1992	
06S0013	A-G 1968, H 1997	
06S0182	1890, 1993	
06S0100	1953-1996	
06S0235	örjan 1900-talet samt 80-tal	

Figur 66 Denna körning är något mer komplicerad. Den visar alla objekt som fått betyget 1 eller 2 på fråga 3253 (klagomål om torrhet i luft) och samtidigt fått betyget 1 eller 2 på frågorna 3350 (städbarhet hos golv) och 3360 (städbarhet hos fast inredning). Detta kan indikera om det finns någon korrelation mellan upplevelsen av torr luft och dålig städbarhet (d v s lokalerna kan vara dammiga).

18 Resultat från databaskörningar och inventeringar

18.1 Fakta om objekten

Nedan följer en kort faktsammanställning över undersökta skolor och förskolor.

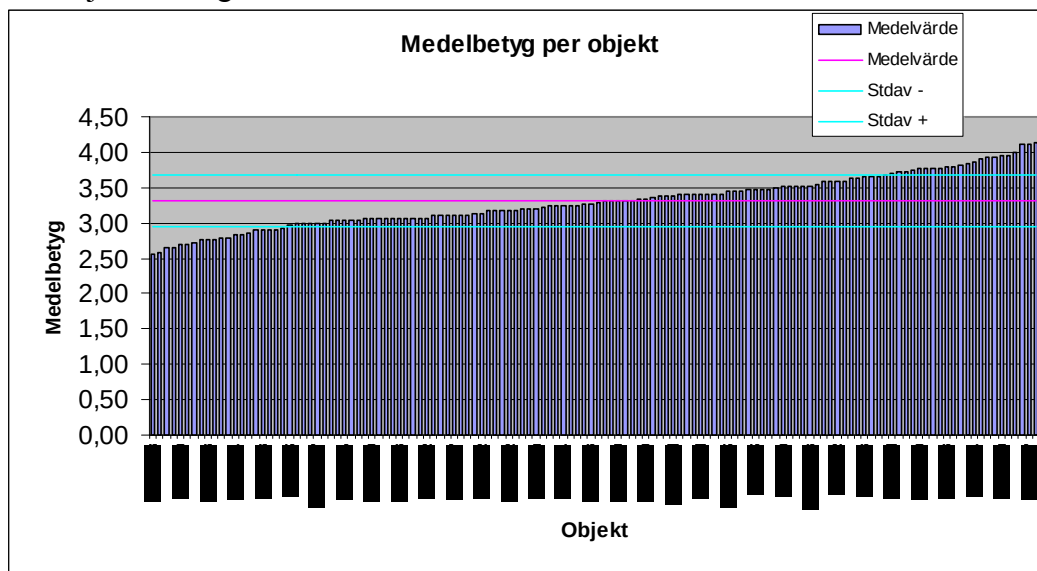
Areauppgifterna, A_{temp} , har erhållits från energibesiktningarna i STIL2-projektet och baseras på areamätning på ritningar av varierande kvalitet och är därför inte exakta. A_{temp} är den golvarea som är avsedd att värmas till mer än 10°C, begränsad av klimatskärmens insida. För de fakta om ålder, kyla, ventilation, fönster och grund som redovisas nedan har inmatningar i databasen för de inventerade objekten lästs av och kvantifierats. Då speciellt skolorna i många fall har flera byggnader med varierande byggår och standard har generellt huvudbyggnadens byggår mm använts i tabellen nedan.

Tabell 38

	Skolor	Förskolor
Antal objekt totalt	89 st	42 st
Antal objekt exkl. pilotstudien	76 st	40 st
A_{temp} totalt och medelvärde	422791 m ² 4750 m ² /objekt	27793 m ² 662 m ² /objekt
A_{temp} totalt exkl. pilot och medel	348852 m ² 4590 m ² /objekt	26912 m ² 673 m ² /objekt
Byggår		
->1940	30 st	3 st
1941-1960	14 st	4 st
1961-1975	25 st	10 st
1976-1990	13 st	22 st
1991->	7 st	3 st
Kyla	Ingen komfortkyla	Ingen komfortkyla
Ventilation	Ca 90 % av alla skolor har mekanisk till- och från-luftsventilation där ett okänt antal har värmeåtervinning	Ca 90 % av alla förskolor har mekanisk till- och från-luftsventilation där ett okänt antal har värmeåtervinning
Fönster	Ca 50 % av alla objekt har genomgående 3-glas fönster eller 2+1 fönster. Ca 15 % av alla objekt har genomgående äldre 2-glasfönster	
Grund	Drygt 60 % av alla skolor har helt eller delvis kryppgrund där de flesta är uteluftsventilerade	Ca 50 % av alla förskolor har kryppgrund där de flesta är uteluftsventilerade

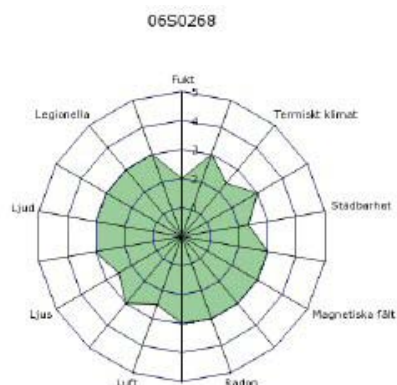
18.2 Medelbetyg för objekten

De 131 inmatade objekten medelbetyg kan ses i diagram 1. Det bästa objektet har ett medelbetyg på 4,14 medan det sämsta ligger på 2,55. Medelvärde av alla objekt är 3,31 med en standardavvikelse på 0,36, vilket illustreras i av linjerna i diagrammet.

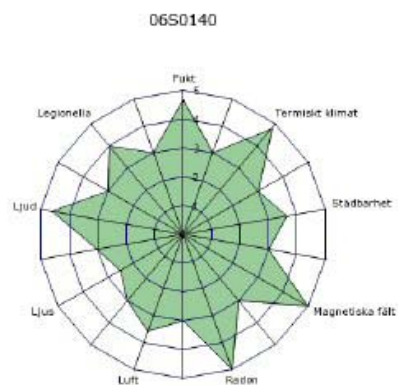


Figur 67 Medelvärde av samtliga förskolor och skolor är 3,31 med en standardavvikelse på 0,36

Det bästa objektet är en mindre förskola byggd 1991. Förskolans innemiljö kan ses i figur 1. Inga behov av förbättringsåtgärder för innemiljön har identifierats. I figurerna visas även huvudgruppernas medelbetyg och hur många aspekter som var aktuella vid inventeringen. Det sämsta objektet är en skola med flera huskroppar byggda mellan 1914 och 2001 med till- och ombyggnader mellan 1950-1965. 15 förbättringsåtgärder för innemiljön har noterats på såväl invändiga som utvändiga aspekter. Skolans innemiljö visas i Figur 68.

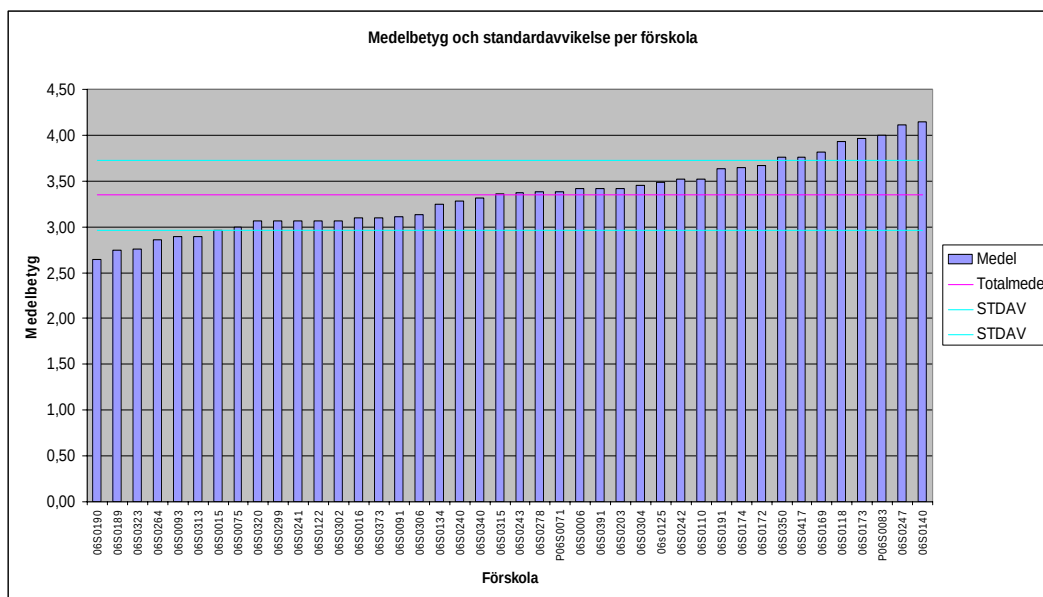


Figur 68 Innemiljöros för det objekt i undersökningen som erhållit lägst medelbetyg



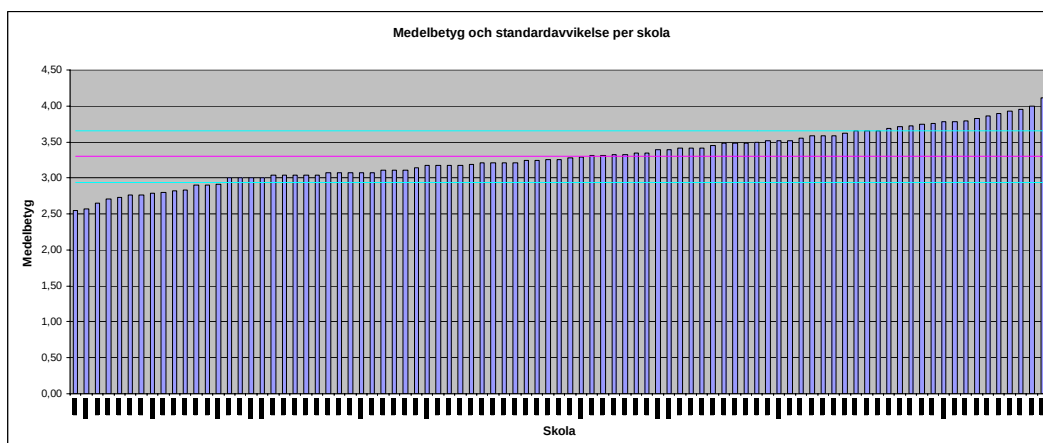
Figur 68 Innemiljöros för det objekt i undersökningen som erhållit högst medelbetyg

Medelbetyget på innemiljön för de studerade förskolorna är 3,35 med standardavvikelse på 0,38. 42 förskolor har ingått i studien.



Figur 69 Medelbetyg och standardavvikelse för förskolorna

För skolor är medelbetyget 3,30 med en standardavvikelse på 0,36. 89 skolor har ingått i studien.



Figur 70 Medelbetyg och standardavvikelse för skolorna

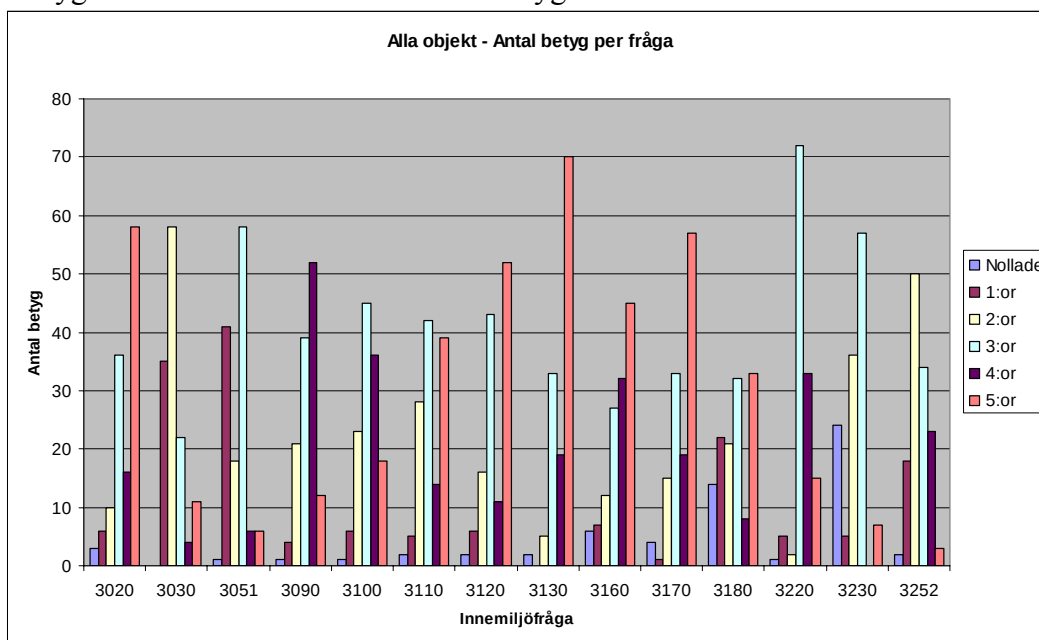
Det är alltså ingen större skillnad i det totala medelbetyget mellan objektsgruppen förskolor och objektsgruppen skolor.

18.3 Betyg per innemiljöfråga och per huvudgrupp av frågor

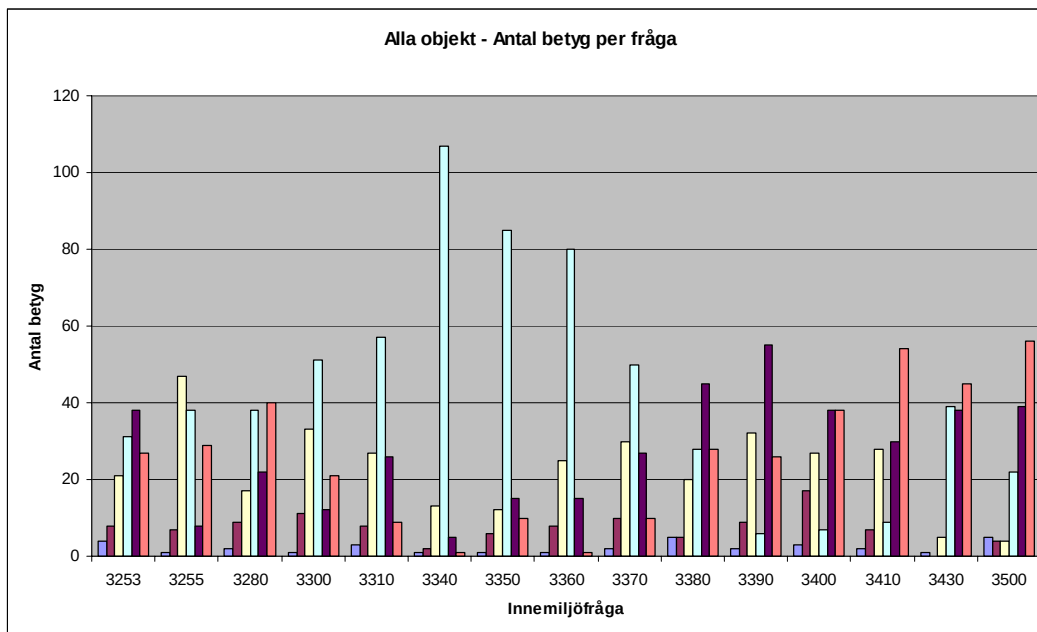
Samtliga objekts betyg per innemiljöfråga har sammanställts. Antal objekt med betygstegen 0-5 har plockats fram för respektive innemiljöfråga och sammanställts i ett stapeldiagram. Antalet objekt med betygen 1 och 2, betyg 3 samt betyg 4 och 5 har utvärderats, dels per innemiljöfråga och dels per huvudgrupp (ljud, luft, fukt osv). Syftet har varit att se vilken innemiljöfråga eller grupp av innemiljöfrågor som genererar flest eller minst antal låga betyg, och följaktligen vilka vanligt förekommande innemiljörelaterade brister det finns i skolor och förskolor.

Alla brister i innemiljön ger inte självklart upphov till klagomål av brukare. Förhöjda magnetiska fält eller höga radonvärden utgör inte samma påtagliga problem som varma lokaler eller mikrobiella skador gör. Det har inte gjorts någon värdering av vilka innemiljöaspekter som kan ge störst problem. Det är till exempel svårt att säga att en mikrobiell skada som kan ge sämre luftkvalitet utgör ett större innemiljöproblem än vad dåligt ljudklimat gör. Tröskelnivån för besvär varierar dessutom mellan olika människor.

Observera att i den betygsfördelning som redovisas i diagrammen nedan redovisas även betyg som åsatts betyget noll, dvs frågor som inte är aktuella för objektet. Det kan till exempel vara att ett objekt har självdragsventilation och frågan om filterklass för ett ventilationsaggregat utgår. Betyg noll kan även vara att exempelvis radonmätarna har försvunnit och resultat därmed inte kunnat redovisas. Betyg 0 räknas dock inte med i medelbetyget.



Figur 71 Sammanställande betyg per innemiljöfråga fram till 3252



Innemiljöfrågor:

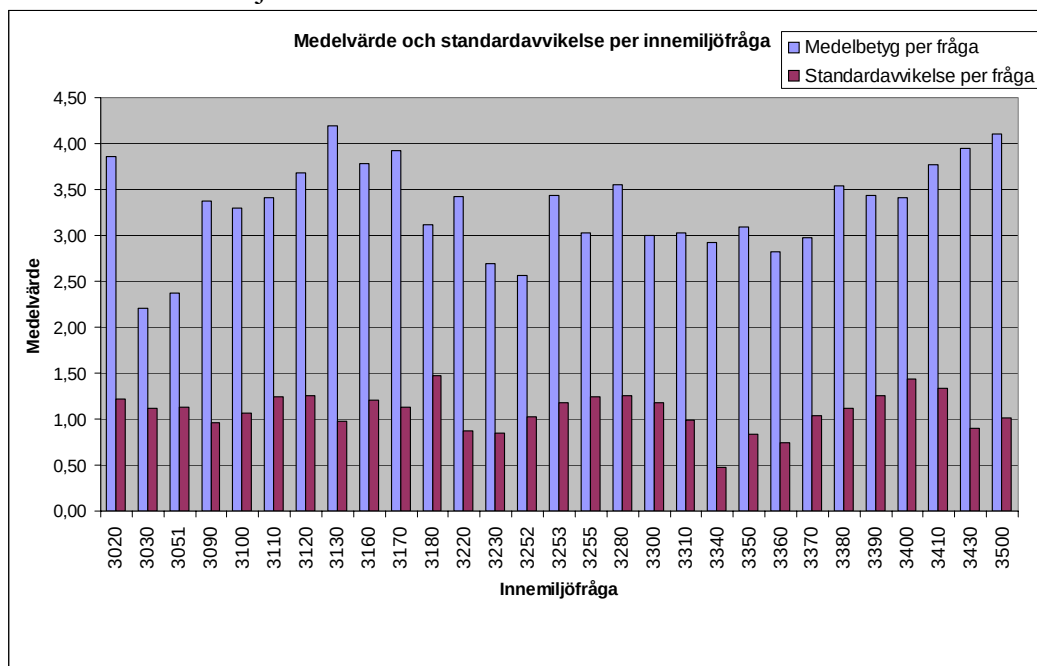
3020:magnetfält
 3030:HF-don
 3051:legionella
 3090:rumsakustik
 3100:installationsljud
 3110:luftljud
 3120:stegljud
 3130:ljud utifrån
 3160:filterbyten
 3170:kortslutningsrisk

3180:OVK
 3220:rumshöjd
 3230:tilluftsfilter
 3252:lufttemperatur
 3253:torrhet i luft
 3255:luktproblem
 3280:takavvattning
 3300:fuktskador grund
 3310:våtrum
 3340:städbarhet våtrum

3350:städbarhet golv
 3360:städbarhet inredning
 3370:solinstrålning
 3380:drag från tilluftsdon
 3390:luftläckage från fönster
 3400:kalla golv
 3410:kallras
 3430:dagsljusupplysning
 3500: radon

Figur 72 Sammanställande betyg per innemiljöfråga från 3253 till 3500

I nedanstående diagram visas medelvärdet och standardavvikelsen per fråga för alla inventerade objekt.



Figur 73 Medelvärdet och standardavvikelsen per fråga

En liten standardavvikelse indikerar att medelbetyget per fråga är representativt för hela det undersökta beståndet. En stor standardavvikelse innebär att betygen varierar kraftigt mellan objekten. I något fall kan det vara en effekt av att aspekten visat sig svår att bedöma likvärdigt då bedömningsgrunden är oprecist formulerad.

Ett högt medelvärde med en liten standardavvikelse indikerar därmed att det inte finns några större problem med den inommiljöaspekten för utvärderade förskolor och skolor. De tre inommiljöaspekter som på detta sätt identifierats utgöra minst problem bland de inventerade skolorna och förskolorna är fråga 3500 (radon), 3430 (dagsljusupplysning) och 3130 (störande ljud utifrån). De tre inommiljöaspekter som på detta sätt identifierats som sämst vid statusbedömningen är fråga 3030 (HF-don), 3051 (legionella) och 3252 (lufttemperatur).

18.4 Detaljstudie av inommiljöfrågorna

En detaljerad studie per fråga och huvudgrupp av frågor har gjorts. I databaskörningen har parametrar enligt nedanstående tabell studerats. Även korsvisa databaskörningar har utförts för att se samband mellan olika inommiljöfrågor. Driftens betydelse för inommiljön har studerats i flera av inommiljöfrågorna, men dess direkta koppling till inommiljön har inte värderats. För exempelvis frågan där takavvattningsförhållandena bedöms studeras såväl taklutningen, tätheten mot genomföringar, om det är invändig eller utvändig avvattning som hur brunnar och hängrännor är rensade.

Tabell 39

Beteckning för samband	Förklaring
Antal	Antal besvarade inommiljöfrågor som har ingått i databaskörningen.
1&2	Antal objekt som har betyg 1 eller 2 på en inommiljöfråga, d v s betyg som påvisar att det finns brister eller konstaterade problem. Anges även som % på antalet besvarade frågor.
1&2 s/f	Antal objekt som har betyg 1 eller 2 per skola eller per förskola. Anges även som % på totala antalet skolor och förskolor. 89 skolor respektive 42 förskolor har ingått i studien.
3	Antal betyg=3 vilket innebär normala förhållanden eller mindre betydande problem.
4&5	Antal betyg 4 eller 5. Detta innebär bra förhållanden, låga mätvärden eller att de flesta brukare upplever att inommiljö är bra. Anges även som % på antalet besvarade frågor. Obs! Ett objekt kan ha betyg 4 men det kan ändå finnas problem. Exempelvis kan 3 av 4 byggnader i en skola ha mycket bra avvattningsförhållanden och den fjärde byggnaden ha platta tak med vattenläckage. Medelbetyget blir då $5+5+5+1/4=4$. Omvänt förhållande kan gälla för låga betyg.
Geo	Den geografiska betydelsen för en inommiljöfråga. Ja innebär att tendensen är att det finns ett samband som kan kopplas till i vilken del av landet som objekten ligger. Nej betyder att inget eller endast ett svagt samband finns.
Byggår	Byggårets inverkan för en inommiljöfråga. Ja innebär att tendensen är att det finns ett samband. Nej betyder att inget eller endast ett svagt samband finns.
Medel	Medelvärde för inommiljöfrågan för alla objekt. Observera att nollade frågor inte räknas med i medelbetyget.
Stdav	Standardavvikelsen för inommiljöfrågan baserat på bedömningen för alla objekt.

Tabell 40 Ljus

Fråga	3030	3430
Antal	131st	130st
1&2	94st 72%	5st 3%
1&2 s/f	63st/31st 71%/74%	Ej relevant, för få objekt
3	22st 17%	42st 32%
4&5	15st 11%	84st 65%
Geo	Nej	Nej
Byggår <betyg 4	Nej	Ja. Koncentrerat mellan 1960-1980
Medel	2,20	3,95
Stdav	1,12	0,90

3030: HF-don

3430: Dagsljussupplysning

18.4.1 Reflektion ljusfrågor

3030: 72 % av alla undersökta förskolor och skolor saknar helt eller delvis flimmerfri belysning. Det är ingen signifikant skillnad mellan skolor och förskolor.

3430: Dagsljusupplysningen är generellt bra i undersökta objekt. Normal till sämre dagsljusupplysning finns i hus byggda mellan 1960 och 1980. I huvudsak har äldre hus fram till ca 1940 stora höga fönster. Höga fönster ger mer dagsljus till rummets alla ytor. En intressant aspekt som har framkommit vid diskussion med inventerarna är att speciellt låg- och mellanstadieskolor bedriver specialundervisning i små, mörka rum, och i vissa fall i korridorer. Där är dagsljusupplysningen dålig då dessa ytor inte är anpassade för undervisning.

Tabell 41 Magnetfält

Fråga	3020
Antal	128st
1&2	16st 13%
1&2 s/f	14st/2st 16%/5%
3	37st 29%
4&5	75st 58%
Geo	Nej
Byggår	Nej
Medel	3,85
Stdav	1,22

Reflektion magnetfält

Generellt finns det inga större påvisade problem med höga magnetfält. Nästan alla skolor har dock 4-ledarsystem vilket normalt ger högre magnetfält än 5-ledarsystem. Man bör beakta att mätningarna som ligger till grund för bedömningen av magnetfältsnivåer har varit mycket begränsade i omfattning. Särskilt i stora objekt med flera byggnader ökar osäkerheten i bedömningen då det kan finnas flera ställverk och fördelningsskåp vilka det inte funnits möjlighet att studera under den korta stickprovsmässiga inventeringen.

Tendensen är att skolor har fler objekt med högre magnetfält jämfört med förskolor. En orsak kan vara att det finns fler ställverk, fördelningsskåp och köksmaskiner som lokalt kan ge förhöjda magnetfält.

Tabell 42 Luft

Fråga	3160	3170	3180	3220	3230	3252	3253	3255
antal	125	127	117	130	107	129	127	130
1&2	20st 16%	16st 13%	44st 38%	7st 5%	42st 39%	69st 53%	29st 23%	55st 42%
1&2 s/f	12st/8st 13%/19%	12st/4st 14%/10%	30st/14st 34%/33%	5st/2st 6%/5%	25st/17st 28%/40%	46st/23st 52%/55%	18st/11st 20%/26%	35st/20st 39%/48%
3	27st 22%	34st 27%	32st 27%	73st 56%	58st 54%	34st 26%	33st 26%	38st 29%
4&5	78st 62%	77st 61%	41st 35%	50st 39%	7st 7%	26st 21%	65st 51%	37st 28%
Geo	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Byggår 1&2	Nej	Flest tom 1980-tal	Flest 1960-1980	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Byggår 4&5	Nej	Nej	Flest efter 1980	Flest fram till 1940	Nej	Nej	Nej	Nej
Medel	3,78	3,92	3,11	3,42	2,69	2,57	3,44	3,03
Stdav	1,21	1,12	1,48	0,87	0,84	1,03	1,18	1,24

3160: Rutiner för filterbyten

3170: Kortslutningsrisk till- och frånluft

3180: OVK

3220: Takhöjd

3230: Typ av tilluftsfilter

3252: Lufttemperatur i vistelserum

3253: Torrhet i luft

3255: Dålig lukt

Reflektion luft

Hur mycket sämre förutsättningar avseende luftkvalitet har noterats totalt sett och finns det någon skillnad mellan skolor och förskolor?

86 objekt av 130, eller 66 %, har betyg 1 eller 2 på någon av frågorna 3160-3230. Av dessa 86 objekt är 56 skolor och 30 förskolor, vilket är 63 % av alla skolor och 71 % av alla förskolor, d v s något sämre i förskolor än skolor.

De aspekter som ger sämst förutsättningar för god luftkvalitet är sämre tilluftsfilter och ej godkända OVK-besiktningar. Tendensen är att fler av förskolorna har sämre tilluftsfilter, dvs lägre filterklass än EU7, än skolor.

Hur mycket luftproblem som direkt kan kopplas till besvär för brukarna har noterats totalt sett och finns det någon skillnad mellan skolor och förskolor?

Antal träffar med betyg 1 eller 2 för någon av frågorna 3252, 3253 och 3255

är = 94 st av 130 objekt, eller 72 % alla objekt.

Av dessa 94 objekt är 64 skolor och 30 förskolor, vilket är 72 % av alla skolor och 71 % av alla förskolor.

Problem med lufttemperaturen är den aspekt som förekommer mest, följt av luktproblem.

Reflektioner för de ingående inommiljöfrågorna i huvudgruppen luft

3160: När på vilket 5:e objekt har dåliga rutiner för filterbyten, dvs filter byts för sällan eller saknar rutin för byten. (7 objekt är inte besvarade eller nollade vilket antingen beror på att byggnaderna ventileras med självdrag eller att endast frånluftsfläktar finns installerade.)

3170: Kortslutningsrisken är inget stort problem i undersökta objekt utifrån bedömningar vid inventeringen. Mätningar har dock inte utförts på kastlängder, tilluftstemperaturer och luftutbyteseffektivitet varför bedömningarna innehåller en stor grad av osäkerhet.

3180: 38 % av objekten har inte godkänd OVK. En lika stor andel har godkänd OVK utan anmärkningar eller anmärkningar som har åtgärdats. Skolor och förskolor byggda efter 1980 har generellt godkända OVK-besiktningar. 14 objekt är obesvarade eller nollade. Några av dessa objekt har OVK-befrielse men för resterande har inte OVK-protokoll funnits tillgängliga.

3220: De flesta objekt har en rumshöjd som uppfyller normkrav, dvs 2,40 meter för förskolor och 2,70 meter för undervisningslokaler. Det finns en tydlig tendens att stora rumshöjder återfinns i äldre byggnader.

3230: 39 % har sämre tilluftsfilter (lägre filterklass än EU 7) och 7 % har bättre tilluftsfilter än vad som anses vara standard i metoden Miljöstatus För Byggnader. Ju lägre filterklass desto mindre avskiljs framför allt små partiklar vid passage genom filtret. 24 objekt saknar dock information om denna fråga eller är nollade. Nollan kan innebära att objektet har självdrag eller enbart är försedd med mekanisk frånluftsventilation.

3252: I drygt hälften av alla inventerade objekt förekommer problem med lufttemperaturen, där det övervägande klagomålet är varma lokaler. Detta har vanligen samband med att ytterväggarna är tunna och/eller att fönstren är äldre 2-glasfönster utan yttre solavskärmning, vilket leder till höga temperaturer under delar av sommarhalvåret, samt att komfortkyla saknas.

En databaskörning för att studera korrelationen mellan fråga 3252 (lufttemperatur) och 3370 (solavskärmning) visar att ungefär 80 % av de objekt som har problem med varma lokaler (betyg 1 eller 2 i 3252) inte har utvändigt solavskärmning, ex markiser eller solskyddsglas (betyg ≤ 3 i 3370).

3253: 23 % upplever torr luft i lokalerna. En databaskörning om eventuell korrelation mellan fråga 3253 och 3252 visar att ungefär 80 % av de objekt som har problem med torr luft även har problem med höga lufttemperaturer. Inga objekt har befuktningssystem i ventilationssystemet, vilket svenska byggnader sällan har, men det innebär också att den relativa fuktigheten kan bli mycket låg under den kalla årstiden, lägre ju varmare temperaturer som luften värms till.

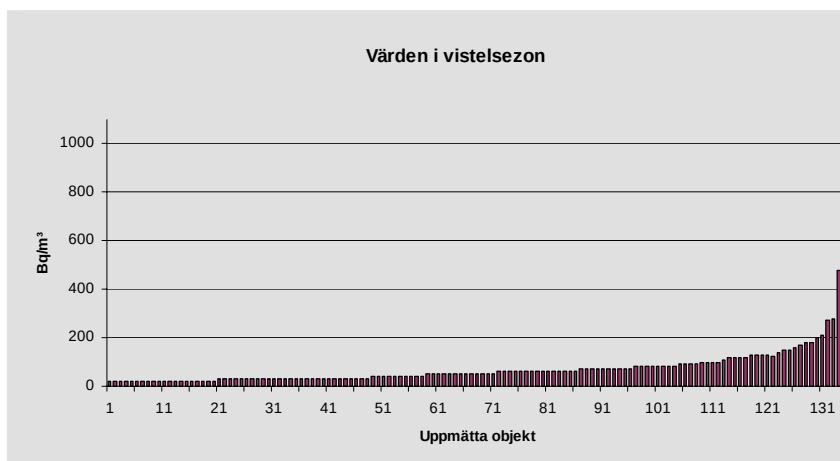
Tidigare studier har visat att torr luft kan ge hälsoproblem liksom att partiklar i luft troligen påverkar både upplevelse av torrhet och eventuella besvär på hud och slemhinnor.

Av de påtalade problemen med torr luft har ungefär 1/3 även sämre städbarhet av golv eller inredning (fråga 3350 och 3360). Det verkar i denna studie inte vara något tydligt samband mellan dålig städbarhet och torr luft. Dålig städbarhet behöver inte alltid innebära damiga lokaler varför detta samband får ses som långsökt.

3255: 42 % av objekten har någon typ av luktproblem. Det kan vara mikrobiell lukt, avgaser, avloppslukt eller stickande kemisk lukt. Tendensen är att förskolorna har fler luktproblem än vad som framkommit för skolorna.

Korskorningar i databasen visar att i objekt där luktproblem finns har även ca 60 % av dessa någon form av konstaterad fuktskada och 44 % har även en icke godkänd OVK. Ej godkänd OVK kan innebära att ventilationen inte fungerar som avsett, ex låga luftflöden, obalans i till- och frånluft, vilket kan leda till att eventuella föroreningar i luften inte ventileras bort eller att oönskade luftväxlingar sker.

Fråga	3500
Antal	134
1&2	6st 4%
1&2	5st/1st
s/f	6%/2%
3	28st 20%
4&5	100 st 75%
Geo	Nej
Byggår	Nej
r	
Medel	4,10
Stdav	1,02



Figur 74 Radon

Reflektion radon

Undersökta skolor och förskolor har inga större radonproblem. 4 % av objekten har ett radonvärde över gränsvärdet 200 Bq/m³ i vistelsezon. Bedömningen baseras på korttidsmätningar av radon. I ett tiotal objekt har såväl korttidsmätningar som långtidsmätningar utförts. En jämförelse mellan dessa mätningar visar att långtidsmätningarna ger ett lägre radonvärde i 9 av 10 fall, eller, korttidsmätningarna överskattar radonvärdet något.

De flesta skolor och förskolor har mekanisk tilluft vilket normalt ger bättre förutsättningar för låga radonvärden än i byggnader med enbart mekanisk frånluft eller självdrag. Vid inventeringarna har många skolor vädrat under rasterna vilket ökar

ventilationsgraden i rummen. Radonvärdena är sannolikt något högre under kallare perioder då vädring inte sker lika ofta. Den lokala geologin kan spela stor roll. Om rullstensåsar och uranrika bergarter, t ex granit och pegmatit finns under aktuellt objekt är detta en potentiell radonkälla. Dock kan förekomst av blå lättbetong i byggnadsstommen eller fyllningsmaterial som forslats till fastigheten också utgöra källor till radon i inomhusmiljön. Den lokala geologin, byggnads- och fyllningsmaterial samt typ av ventilationssystem är en förklaring till att radonfrågans koppling till den geografiska belägenheten och byggår inte har haft någon större betydelse i studien.

Tabell 43 Legionella

Fråga	3051
Antal	130st
1&2	59st 45%
1&2 s/f	44st/15st 49%/35%
3	59st 45%
4&5	12st 10%
Geo	Nej
Byggår	Nej
Medel	2,37
Stdav	1,13

Reflektion legionella

Nästan hälften av de undersökta objekten bedöms ha risk för legionella i tappvarmvattensystemet. Det finns risk för tillväxt av legionella när utgående varmvattentemperatur från undercentralen är lägre än 60°C. Även då utgående temperatur är 60°C eller högre kan långa rördragningar innebära att temperaturen sjunker på väg till tappställen långt bort, vilket också påvisades genom temperaturmätningar i flera objekt.

I speciellt skolor finns flera fristående byggnader där rör går i kulvertar i mark. Tappvarmvattentemperaturen kan då ligga under rekommenderade 50 grader vid tappstället långt bort från undercentralen. Detta är sannolikt förklaringen till varför risken är större i skolor än förskolor. Det finns även ytterligare en skillnad mellan skolor och förskolor. Under skolornas längre lov händer det att ventiler stryps och tappvarmvattentemperaturen sänks, vilket kan leda till att det kan bli stillastående vatten och låga temperaturer i tappvarmvattenkretsen. Förskolorna bedriver i princip verksamheten året runt.

Andelen med betyg 3 är stor i förhållanden till 4 och 5. För betyg 4 eller 5 krävs dokumentation eller liknande där legionella beaktas i egenkontroller eller

motsvarande. Ofta vet inte personal från skolan, och även fastighetsdriften i vissa fall, vilka temperaturer tappvarmvattnet skall ha, och vilka risker, ur legionella-synpunkt, avstängning av tappvarmvattensystemet innebär.

Tabell 44 Ljud

Fråga	3090	3100	3110	3120	3130
Antal	130st	130st	129st	129st	129st
1&2	25st 19%	29st 22%	34st 26%	22st 17%	5st 4%
1&2 s/f	18st/7st 20%/17%	19st/10st 21%/24%	18st/16st 20%/38%	13st/9st 15%/21%	3st/2st 4%/5%
3	39st 30%	46st 35%	42st 33%	44st 34%	35st 27%
4&5	66st 51%	55st 42%	53st 41%	63st 49%	89st 69%
Geo	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Byggår	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Medel	3,38	3,30	3,41	3,67	4,19
Stdav	0,97	1,07	1,24	1,25	0,97

3090: Rumsakustik
3100: Ljud från installationer
3110: Luftljud

3120: Stegljud
3130: Ljud utifrån

Reflektion ljud

Hur mycket ljudproblem har noterats totalt sett?

66 av 129 objekt, eller drygt 50 %, har betyg 1 eller 2 på någon av ljudfrågorna. 8 av 129, eller 6 %, har betyg 4 eller 5 på samtliga ljudfrågor, dvs inga ljudproblem alls. Betyg 3 innebär vissa klagomål på störande ljud.

Luftljud mellan olika rum är den aspekt som har lett till flest ljudproblem, där förskolorna är värre drabbade. Frågan störande ljud utifrån har gett minst problem.

Reflektioner för de ingående innemiljöfrågorna i huvudgruppen ljud

3090: 19 % av de undersökta objekten har rumsakustiska brister och 51 % har bra rumsakustiska egenskaper. Betygsbedömning baseras främst på att absorberer finns mot tak. Textilmattor används generellt inte i skolor och förskolor. För att få en korrekt bedömning överlag bör efterklangstiden mätas. Ytterst få objekt har någon speciell akustisk utformning i klassrum och hörsalar, förutom att ljudabsorberer finns mot tak. Bakväggen i undervisningssalar bör utföras ljudabsorberande så att ljudet inte studsar tillbaka till talaren. Det kan förklara den stora andelen bra betyg fastän rummen inte är utförda på bästa sätt ur undervisningssynpunkt.

3100: I 22 % av objekten upplevs störande ljud från installationer. Störande ljud från installationer kan bero på flera saker. I vissa objekt är undervisningsverksamhet placerad bredvid fläktrum, tvättmaskiner och kök. Frånluftsventilerade objekt ger vinande ljud vid springventiler då vinden ligger på och skapar en stor

tryckdifferens mellan lokal och utomhusmiljö. Underhållsbrister i form av smutsiga don ger tryckskillnader där ljud kan uppstå och så vidare.

3110: 26 % av objekten har mer eller mindre omfattande luftljudsproblem. I flera objekt är erfarenheten bland inventerarna att mellanväggar i sig kan vara bra. Däremot ger detaljer såsom överluftsdon mellan rum och dåligt ljudtätade dörrar mellan klassrum och korridorer störande luftljud.

3120: 17 % av objekten har mer eller mindre omfattande stegljudsproblem. Ytterst få undersökta skolor har haft parkettgolv. Äldre skolor i flera plan eller mindre förskolor med lätta bjälklagskonstruktioner ger ofta stegljudsproblem. I de objekt där uppreglade golv finns har i flera fall störande ljud påtalats av personalen. Resonans kan uppstå i dessa golvkonstruktioner då luftutrymmet och det vanligen lätta skivmaterialet får liknande effekt som en trumma. Uppreglade golv finns främst i äldre byggnader där isoleringen under bottenplattan är bristfällig och klagomål om kalla golv från brukarna framkommit.

3130: Störande ljud utifrån är ett litet problem i skolorna. Däremot innebär betyg 3 att lite störande ljud finns vilket är 27 % av objekten. Att inte det geografiska läget spelar in beror främst på att objekten i storstadsregionerna är belägna alltifrån i stadsmiljö mot större gator, till att de ligger i ett villaområde några mil utanför stadsmiljön. Problem med ljud utifrån uppstår generellt nära gata, där objektet i allmänhet har äldre kopplade 2-glas fönster i trä och i synnerhet stora veka fönster som sätts i svängning av bullret utifrån. Under raster kan ljud från skolgårdar vara en störande ljudkälla, om inte rast och lektion är synkroniserade för skolan eller förskolans alla klasser. Även objekt med springventiler eller dåliga tätningslister kan ge ljudläckage.

Tabell 45 Fukt

Fråga	3280	3300	3310
Antal	129st	130st	128st
1&2	26st 20%	45st 35%	35st 27%
1&2 s/f	17st/9st 19%/21%	31st/14st 35%/33%	26st/9st 29%/21%
3	39st 30%	52st 40%	57st 45%
4&5	64st 50%	33st 25%	36st 28%
Geo	Nej	Nej	Nej
Byggår problem/ risk	Stor del 1960-1980	Stor del fram till 1990	Stor del fram till 1990
Medel	3,55	3,00	3,02
Stdav	1,26	1,17	0,99

3280: Avvattningsmöjligheter tak/terrasser

3300: Grund

3310: Våtrum och övrigt

Reflektion fukt

Hur många objekt har någon form av fuktproblem eller riskkonstruktion ur fuktsynpunkt?

105 av 130 objekt, eller 81 %, har någon form av fuktproblem, dvs betyg 1 eller 2 på 3280, eller betyg 1-3 på 3300, eller betyg 1 eller 2 på 3310. Av dessa 105 objekt är 72 skolor och 33 förskolor vilket motsvarar 81 % respektive 79 % av objektstypens totala antal.

I hur många objekt har fuktskada konstaterats och är det någon skillnad mellan skolor och förskolor?

I 53 av 130 objekt, eller 41 %, har fuktskada konstaterats, d v s betyg 1 på 3280, eller betyg 1 eller 2 på 3300, eller betyg 1 på 3310.

Av dessa 53 objekt är 38 skolor och 15 förskolor vilket motsvarar 43 % respektive 36 % av objektstypens totala antal. Skolor har enligt studien en något högre frekvens fuktskador än förskolor.

Finns något samband mellan konstaterade fuktskador och luktproblem (fråga 3255)?

Av de 53 objekten med konstaterade fuktskador har 33 objekt även luktproblem. 33 objekt är lika med 60 % (33 av 55) av det totala antalet påtalade eller identifierade luktproblem. Identifierade eller påtalade luktproblem behöver emellertid inte, utifrån frågeställningen, vara mögellukt.

Reflektioner för de ingående innemiljöfrågorna i huvudgruppen fukt

3280: 1/5 av objekten har pågående takläckage eller risk för takläckage. I många undersökta objekt är dock den tekniska livslängden uppnådd för olika typer av tätskikt men kan ge betyg 3 ändå, dvs avvattningsmöjligheterna är bra och inga kända skador finns. Däremot bör takpappen bytas ut inom kort för att förebygga risken för framtida vattenläckage. Underhållsbehov av klimatskalet med grov kostnadsuppskattning tas upp i nästkommande kapitel.

3300: I 35 % av objekten har någon typ av fuktproblem konstaterats (betyg 1 och 2). Betyg 3 innebär att det finns en risk för skada. Med risk för skada avses exempelvis limmad matta mot platta på mark, utan underliggande fuktskydd eller bristfälligt underliggande fuktskydd (i princip gamla byggnader till en bit in på 1980-talet). Det kan även vara en uteluftsventilerad krypgrund utan diffusions-spärr i krypgrundsbjälklaget eller andra brister. Av undersökta skolor och förskolor har knappt 60 % krypgrunder. 75 % av alla undersökta skolor eller förskolor har någon form av risk eller konstaterade problem med grunden (betyg ≤ 3).

Databaskörningen visar att av de 97 objekten som har betyg ≤ 3 är 59 av dessa krypgrunder. 59 krypgrunder har alltså bedömts vara riskkonstruktioner eller har konstaterade skador. Detta är ca 80 % av alla krypgrunder i studien totalt sett. Av de 45 objekt där fuktproblem med grunden konstaterats (betyg 1 eller 2) har 31st, eller 69 %, bestått av problem med krypgrunder.

3310: 27 % har någon typ av övrigt problem ur fuktsynpunkt. Det kan vara dåliga våtutrymmen eller dåliga kök. Åldern har en betydelse vilket är logiskt eftersom tätskikten har en begränsad livslängd. Skolorna verkar ha fler problem vilket kan bero på att slitaget är större i gymnastikhallars dusch- och omklädningsrum. Förskolor har normalt inte denna typ av verksamhet.

Städbarhet

Tabell 46 Städbarhet

Fråga	3340	3350	3360
Antal	130st	130st	130st
1&2	15st 12%	18st 14%	33st 25%
1&2 s/f	12st/3st 14%/7%	11st/7st 12%/17%	21st/12st 24%/29%
3	109st 84%	87st 70%	81st 62%
4&5	6st 5%	25st 19%	16st 12%
Geo	Nej	Nej	Nej
Byggår	Nej	Nej	Nej
Medel	2,92	3,09	2,82
Stdav	0,48	0,83	0,74

3340: Hur är städbarheten i våtrum?

3350: Hur är städbarheten hos golvmaterial?

3360: Hur är städbarheten vad gäller lokaler och inredning?

Reflektion städbarhet

Städbarhetsfrågorna syftar i första hand till att bedöma lokalernas beskaffenhet att samla damm. Under inventeringen görs däremot en bedömning om hur dammiga lokalerna är. Dammiga lokaler är ett tecken på bristfälliga städrutiner eller att det är svårt att städa vissa ytor.

Hur många objekt har någon form av sämre städbarhetsförhållanden och är det någon skillnad mellan skolor och förskolor?

49 av 130 objekt, eller 38 %, har någon form av bristfällig städbarhet varav 31 av dessa är skolor och 18 är förskolor. 31 skolor och 18 förskolor innebär att 35 % av skolorna respektive 43 % av förskolorna har bristfällig städbarhet i någon av frågorna. Förskolorna är alltså något sämre ur städbarhetssynpunkt (förutom våtrum där skolorna är sämre).

Hur många objekt har bättre städbarhetsförhållanden i någon av frågorna än normal standard (>betyg 3)?

38 av 130, eller 29 %, har bra städbarhetsförhållanden i någon aspekt, resterande del har normal standard.

Hur många skolor och förskolor har genomgående bra städbarhet?

Inga objekt har genomgående bra städbarhet.

Reflektioner för de ingående inommiljöfrågorna i huvudgruppen städbarhet

3340: Knappt vart tionde objekt har otillfredsställande städbarhet i våtrum. Bedömningen är att det inte är större problem med städbarhet i våtrum i undersökta objekt. Däremot har endast 5 % en bättre städbarhet än normal standard. Det innebär att förskolor och skolor i princip inte har något vägghängt porslin i toaletter som underlättar städningen. Skolorna har sämre städbarhet i våtrum än förskolor.

3350: I 14 % av objekten har golvbeläggningar bedömts vara dåliga ur städsynpunkt. Det kan avse slitna PVC- och linoleummattor samt sten- och cementbaserade golv med smutssamlade och svårstädade skarvar. Något enstaka objekt har textilmattor vilket innebär sämre städbarhet. En femtedel av objekten har golvmaterial som bedöms vara lättstädade och i gott skick. Förskolorna har något sämre städbarhet av golvytor än skolor enligt studien.

3360: Vart fjärde objekt har anmärkningar avseende dammansamlande och svårstädd inredning. Det kan exempelvis avse nedpendlande lysrörsarmaturer, hyllor och skåp eller undertak som inte är heltäckande. En kommentar som förekommer i betygsbedömningarna för flera objekt är att det, speciellt i förskolor, finns mycket hyresgästutrustning på hyllor och skåp vilket försvårar städningen. 12 % av objekten har goda förutsättningar för städning av inredning.

Det har noterats under inventeringarna att städning ovan axelhöjd normalt inte utförs i städentreprenaderna, vilket får konsekvenserna att damm samlas på skåp, ovan lysrörsarmaturer mm. Det kan även innebära att ventilationsdon inte rengörs utan blir smutsiga och får försämrad funktion. Underhållsbrister i form av smutsiga don kan också leda till tryckskillnader som i sin tur ger upphov till störande ljud.

Tabell 47 Termiskt klimat

Fråga	3370	3380	3390	3400	3410
Antal	129st	126st	129st	128st	129st
1&2	40st 31%	26st 21%	41st 32%	45st 35%	35st 27%
1&2 s/f	30st/10st 34%/24%	19st/7st 21%/17%	31st/10st 35%/24%	18st/27st 20%/64%	27st/8st 30%/19%
3	52st 40%	28st 22%	6st 5%	7st 6%	9st 7%
4&5	37st 29%	72st 57%	82st 64%	76st 59%	85st 66%
Geo	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Byggår problem	Nej	Nej	Få efter 1980	Nej	Inga efter 1980
Medel	2,98	3,54	3,44	3,41	3,77
Stdav	1,03	1,12	1,26	1,44	1,34

3370: Belastas rummen av besvärande solinstrålning?

3380: Upplevs drag från tilluftsdon?

3390: Upplevs luftläckage från fönster eller dörrar?

3400: Upplevs golven som kalla?

3410: Finns problem med kallras?

Reflektion termiskt klimat

Hur många objekt har lite eller mycket problem med det termiska klimatet, d v s betyg 1 eller 2 på någon fråga och skiljer det sig mellan skolor och förskolor?

97 av 129 objekt, eller 75 %, har någon form av påtalade eller identifierade problem med termiskt klimat. Av dessa är 63 skolor och 34 förskolor vilket är 70 % respektive 80 % av objektstypens totala antal. Följaktligen har förskolor större problem med termisk komfort än skolor.

Hur många objekt har påtagliga problem, d v s betyg 1 på någon fråga och skiljer det sig mellan skolor och förskolor?

31 av 129, eller 24 %, har påtagliga problem. Av dessa är 16 skolor och 15 förskolor vilket är 18 % respektive 36 % av objektstypens totala antal. Förskolorna har mer problem med termisk komfort.

Reflektioner för de ingående inommiljöfrågorna i huvudgruppen termiskt klimat

3370: ca 70 % av objekten saknar yttre solavskärmning. En korsskörning i databasen mellan solavskärmning och problem med lufttemperaturen (fråga 3252) visar att 100 % av objekten som saknar yttre solavskärmning eller liknande har klagomål på lufttemperaturen. Här bör noteras att vissa klagomål på lufttemperaturen kan bero på att det är för kallt. Tendensen är dock att fönstren släpper igenom mycket kortvågig strålning på grund av bristfällig solavskärmning vilket ger varma lokaler i solutsatta lägen. Skolorna har sämre skydd mot solinstrålning än förskolorna. En tänkbar orsak kan vara att förhållandevis många skolor är riktigt gamla, där kulturmärkningar och fönstertyper endast möjliggör invändigt solskydd.

3380: I 39 % av objekten upplevs lite eller mycket störande dragproblem från tilluftsdon eller springventiler vid frånluft, varav i 10 % upplevs problemen som mycket störande. Lågimpulsdon är ofta en orsak till dragproblem. Vistelse nära lågimpulsdon är inte lämpligt då dessa skickar ut undertempererad luft till rummet. Möblering framför sådana don bör undvikas, inte bara av det skälet att de kan ge upplevelse av drag, utan för att luftens tänkta omblandning förhindras.

3390: I knappt 1/3 av objekten upplevs drag från fönster och dörrar. Få av klagomålen avser objekt efter 1980. Sannolikt är tätningslister bättre här. Förskolorna har mindre problem vilket kan förklaras av att drygt 50 % av undersökta förskolor är byggda från 1975 och framåt.

3400: Drygt 1/3 av objekten har problem med kalla golv. Betongplattor på mark före 1980-tal har haft lite eller saknar isolering i konstruktionen vilket borde innebära att de flesta klagomål kommer från äldre fastigheter. Att det inte är någon större variation beroende på byggåret eller geografiskt enligt databaskörningen kan förklaras av att många skolor har kallare och ger därmed inte kalla golv i samma utsträckning som platta på mark.

Förskolorna har betydligt större problem med kalla golv. Det kan bero på att förskolebyggnader vanligen saknar källare samt att golvtemperaturen är en påtaglig miljöaspekt i förskoleverksamhet där såväl barn som personal vistas direkt på golven.

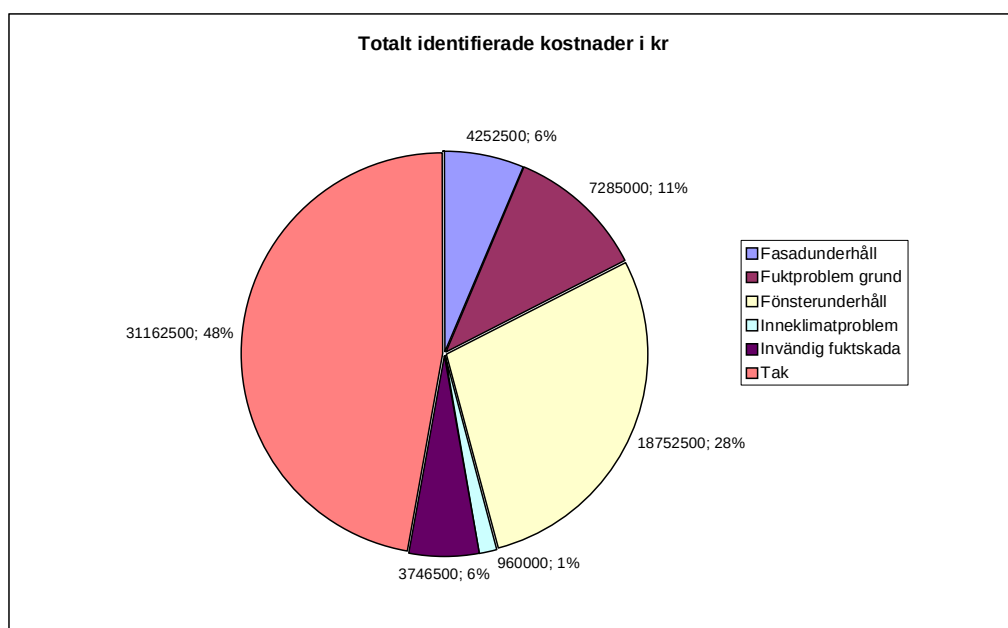
3410: 34 % av objekten har betyg 1-3, vilket innebär att problem med kallras upplevs i olika grad.

Inga objekt efter 1980 har identifierade eller påtalade kallrasproblem. Det beror med stor sannolikhet på att efter oljekrisen ökade värmemotstånden i klimatskalet vilket följaktligen höjer yttemperaturer klimatskalets insidor.

Förskolorna har mindre problem vilket kan förklaras av att drygt 50 % av undersökta förskolor är byggda från 1975 och framåt.

18.5 Underhållsbehov av klimatskalet

Åtgärder för skador och underhåll överstigande 50 000 kr, exklusive mervärdesskatt, inom en 5-årsperiod har kostnadsuppskattats. 116 objekt varav 76 skolor och 40 förskolor har ingått i studien. De resterande 15 objekten har utförts i pilotstudien där inte klimatskalet har bedömts. De byggdelar och inomhusmiljöproblem som medräknats i studien kan ses med kostnadsfördelningar enligt Figur 75.

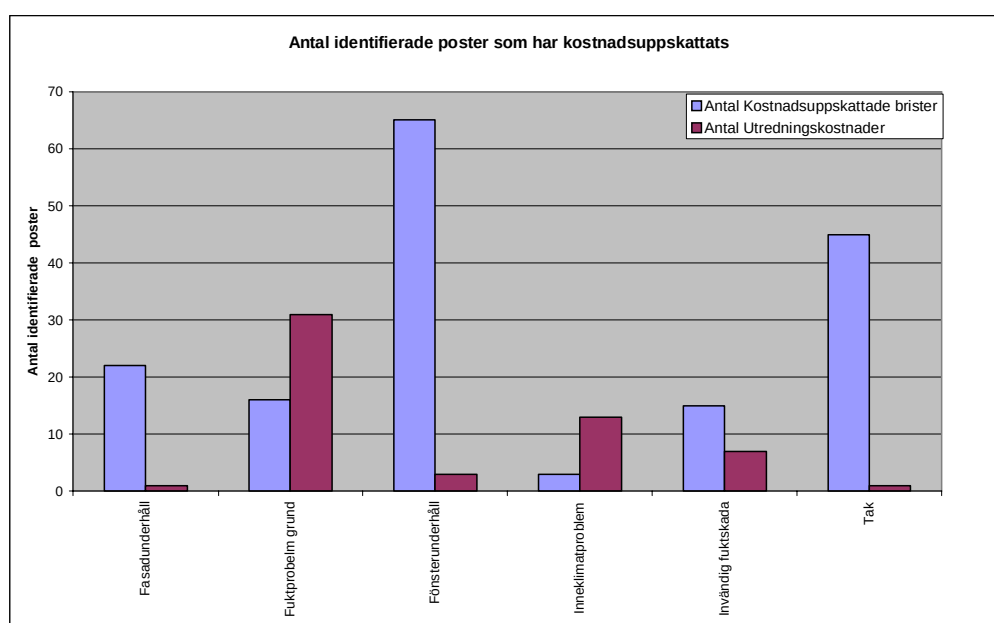


Figur 75 Identifierade kostnader för samtliga objekt uppdelat på olika kategorier

Behovet av takunderhåll utgör nästan hälften av de totala kostnaderna. När underhållsbehovet bedömts har vi utgått från tekniska livslängder om inte uppenbara okulära skador kan ses. Att identifiera skador rörande fasad och fönster eller att bedöma den kvarvarande tekniska livslängden för dessa byggdelar är relativt enkelt. Att bedöma takmaterials kvarvarande tekniska livslängd kan däremot vara

svårare, speciellt vid omvända tak, där tätskiktet ligger under ytskikten. I de fallen baseras bedömningen av tätskiktets ålder på intervju med fastighetspersonal eller personal från skolan. Åtgärderna och a'-priser för tak, fönster och fasad kan i de flesta fall tas fram enhetligt oberoende av vem som utfört inventeringen. För att ta fram grova kostnader krävs generellt ingen fortsatt utredning för dessa byggnadsdelar.

Figur 76 visar däremot tydligt att vid invändiga fuktskador och inneklimatproblem krävs en utredning för att komma fram till omfattningen av problemet och därefter finna rätt typ av åtgärd. Vanliga föreslagna utredningar är mikrobiella analyser av fuktskadat organiskt material, fuktmätningar av betong, luftmätningar, kontroll av kemiskt nedbrutna mattor och kartläggning av krypgrundsklimat.



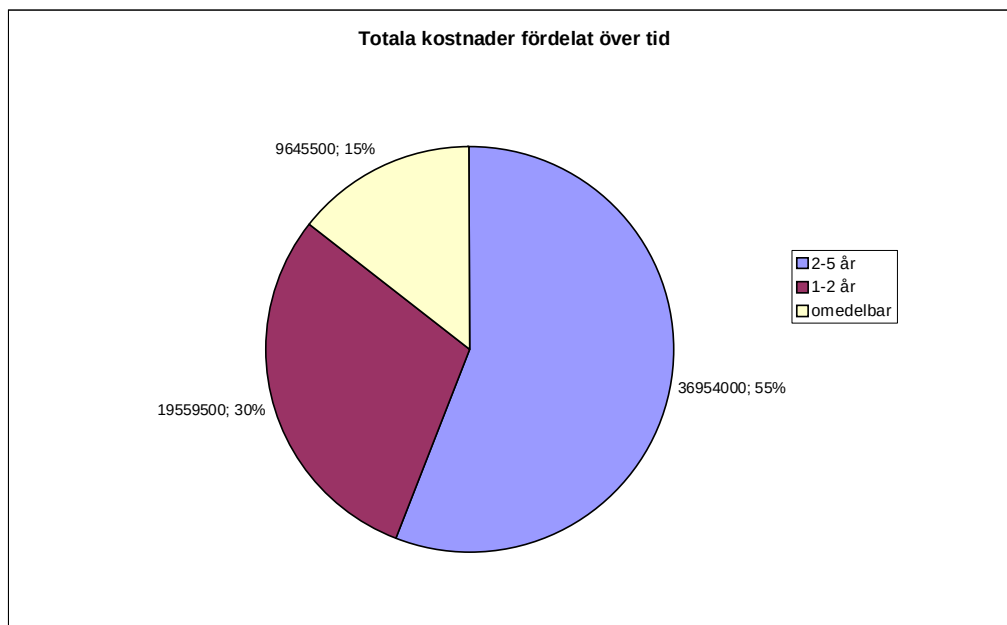
Figur 76 Antal identifierade kostnadsposter för de 116 objekten uppdelat på utredningsbehov och kostnad för direkt åtgärd

Utredningskostnader är sällan dyrare än 50-70 000 kr. Kostnaden för åtgärden kan variera väsentligt och uppgå till miljonbelopp om större problem konstateras efter utredning. Kostnaderna för dessa kategorier kan alltså egentligen vara betydligt mycket högre än vad Figur 75 visar.

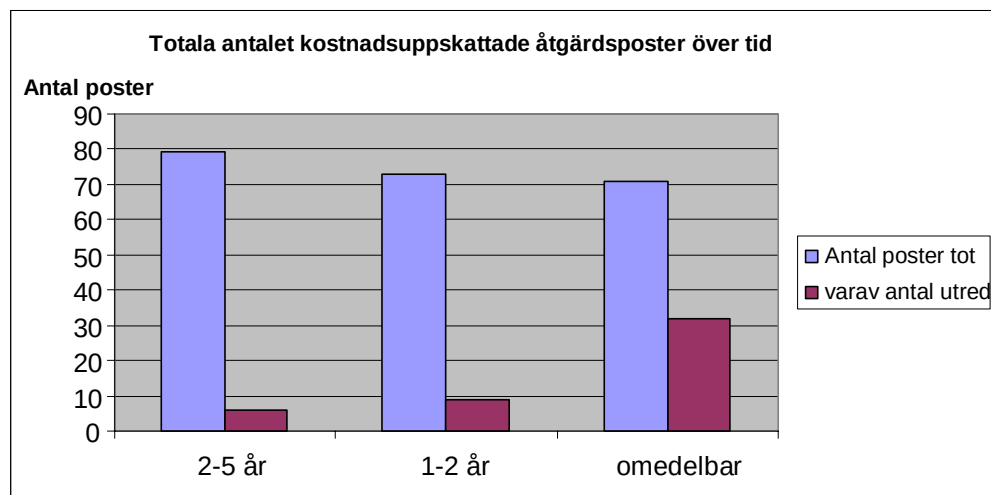
För brister i fönsterunderhållet har klart flest åtgärdsposter hittats. Åtgärder för fönster är antingen kopplade till direkta skador eller att solavskärmning saknas, dvs ett komfortproblem relaterade till klagomål om varma lokaler. Databaskörningen i kapitlet ovan visade att ca 70 % av objekten saknar yttre solavskärmning. Där omfattande större skador identifierats, såsom rötskador i gamla 2-glasfönster eller punkterade isolerglasfönster, har fönsterutbyten rekommenderats. Vid mindre skador, där inga komfortproblem noterats, har omkittning och målning eller inklädnad av fönster rekommenderats. Vid komfortproblem har ett extra solskyddsglas eller markiser föreslagits, beroende på befintlig fönstertyp.

Tak- och grundproblem har ungefär lika många identifierade åtgärdsbehov. En stor skillnad är dock att i stort sett 2/3 av antalet åtgärdsposter består av utredningar i fallet för fuktproblem i grunden.

Kostnadsuppskattningarna har delats in i tidsintervallen omedelbar, 1-2 år och 2-5 år. Figur 77 och Figur 78 visar hur stor del av kostnaderna som ligger inom de olika intervallen.



Figur 77 Kostnader fördelat över tid

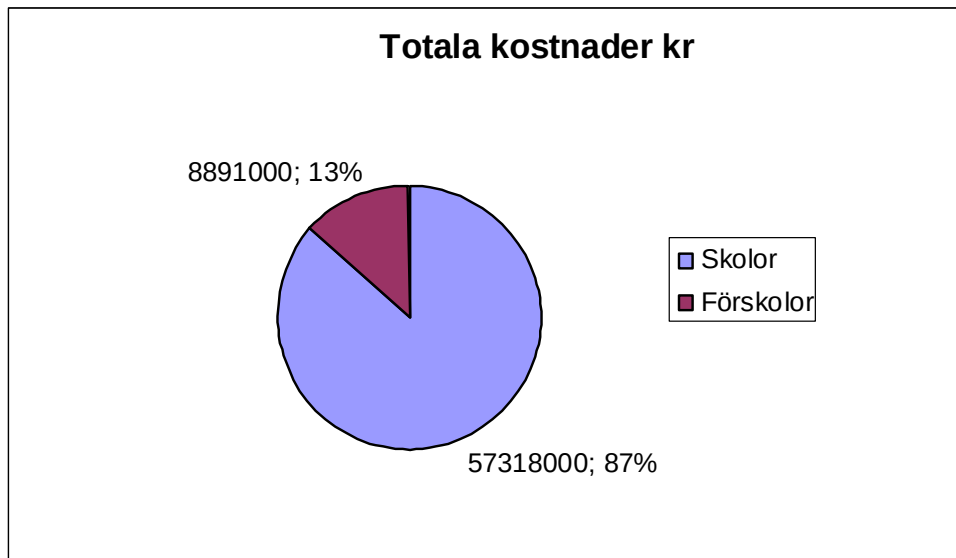


Figur 78 Kostnader fördelat över tid och typ av åtgärder

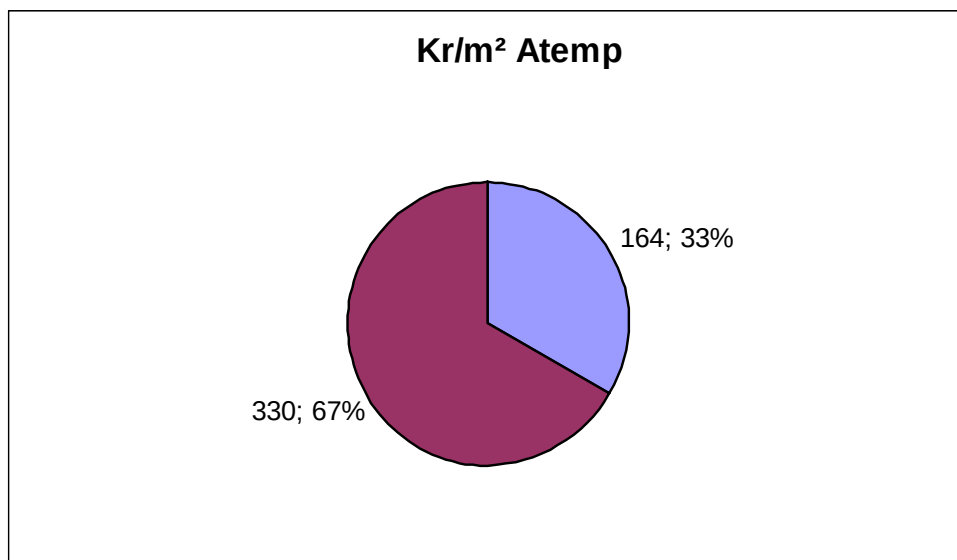
En stor del av utredningsposterna ligger alltså i delen omedelbara åtgärder. Omedelbara åtgärder innebär att uppenbara skador finns, eller att inomhusmiljörelaterade problem för brukarna kan uppstå om inga åtgärder vidtas. Med tanke på att en stor del av utredningsposterna tillhör kategorin "fuktproblem grund" där åtgär-

der kan bli mycket kostsamma med ex. åtgärder såsom ventilerade golvkonstruktioner och utbyte av fuktskadade material, är det sannolikt att den ”omedelbara tårtbiten” växer väsentligt liksom kostnaderna för de totala identifierade bristerna.

En jämförelse mellan skolor och förskolor visar att kostnadsbehovet för identifierade brister är ca 7 ggr större för skolor än förskolor. Däremot är kostnaderna högre sett per $\text{m}^2 A_{\text{temp}}$ (den golvarea som är avsedd att värmas till mer än 10°C , begränsad av klimatskärmens insida) i förskolorna, 330 kr jämfört med skolornas 164 kr.



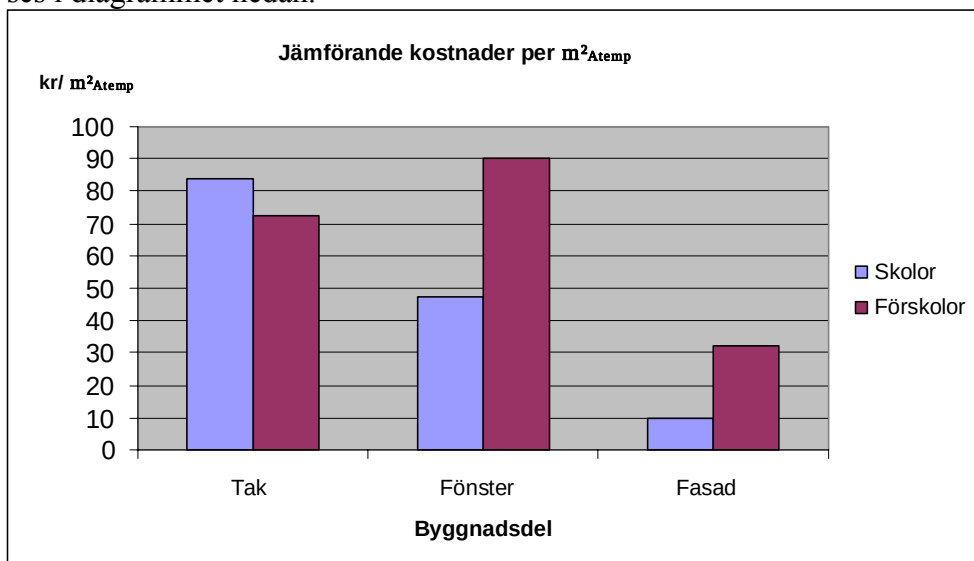
Figur 79 Totala kostnader uppdelat på förskolor och skolor



Figur 80 Kostnader per $\text{m}^2 A_{\text{temp}}$

Är det då möjligt att ge några nyckeltal (medelkostnader i $\text{kr/m}^2 A_{\text{temp}}$, inom en 5-årsperiod) för de olika kategorierna? Diagrammen ovan har tydligt visat att det

är svårt att finna direkta kostnader för fuktskador i grundkonstruktionen och andra inomhusmiljöproblem utan utredning. Däremot är det möjligt att i denna studie ta fram ungefärliga nyckeltal för byggnadsdelarna tak, fönster och fasad vilket kan ses i diagrammet nedan.



Figur 81 Kostnader per m²A_{temp} för tak, fasad och fönster

Förskolorna har högre kvadratmeterkostnad för byggnadsdelarna fönster och fasad. För att ge en förklaring bör fördelningen av skolorna och förskolorna, sett över byggnadsåret, studeras liksom förhållandet mellan A_{temp}. A_{temp} är i snitt 6,8 ggr större för skolor än förskolor i studien.

Om pilotskolorna tas bort får tabellen för byggår följande utseende.

Tabell 48

Byggår	Skolor	Förskolor
->1940	26 st	3 st
1941-1960	10 st	4 st
1961-1975	23 st	9 st
1976-1990	11 st	21 st
1991->	6 st	3 st

Tak: Förskolorna i studien har en kostnad på i snitt drygt 70 kr/m²A_{temp} medan skolorna ligger på drygt 80 kr/m²A_{temp}. Det är svårt att jämföra kostnaderna för takunderhåll mellan skolor och förskolor, sett till A_{temp}. Skolorna har ofta fler än ett plan, medan förskolorna däremot generellt endast har ett plan. Därför blir A_{temp} för stor i förhållande till aktuell takyta i fallet skolor och kvadratmeterpriset blir följaktligen för lågt i förhållande till förskolor. För förskolorna stämmer A_{temp} relativt väl och i vissa fall, vid sadeltak och ett plan, blir A_{temp} för låg och över-skattar kvadratmeterpriset. Vad gäller byggåren är det svårt att här dra några slutsatser om skillnader i byggår mellan objektstypen och kostnader. Den tekniska livslängden för takpapp ligger normalt på 25-30 år, och tegelpannor på läkt och

underlagspapp runt 40-50 år. Följaktligen faller procentuellt sett många objekt i såväl skolor som förskolor in i underhållsintervallen.

Skolorna har ett jämförelsevis större underhållsbehov än förskolor vad gäller tak enligt studien. För att bättre jämföra skolor och förskolor bör kostnader per m² takyta studeras.

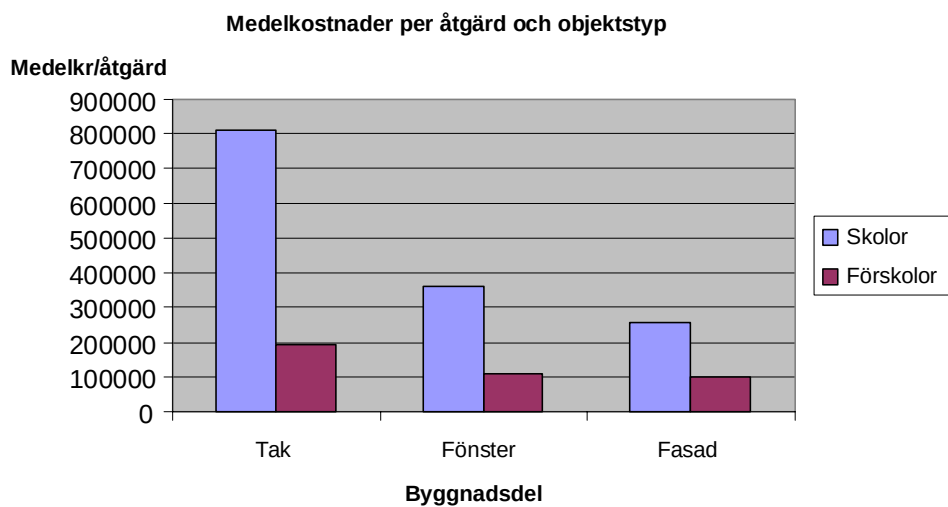
Fönster: Förskolorna i studien har en kostnad på 90 kr/m²A_{temp} medan skolorna ligger på knappt 50 kr/m²A_{temp}. A_{temp} har ingen större inverkan i en jämförelse mellan skolor och förskolor sett till kostanden per m²A_{temp}.

Förskolorna har ett jämförelsevis större underhållsbehov än skolor vad gäller fönster enligt studien. En hypotes till varför förskolorna har ett större underhållsbehov än skolor är att de flesta förskolor i studien är byggda mellan 1976-1990. De fönster som är från runt 1980 är av sämre kvalitet, d v s den tekniska livslängden är i det närmaste uppnådd. Förskolorna närmare 1990 är så pass nya att underhåll ännu inte har skett för dessa fönster.

Fasad: Förskolorna i studien har en kostnad på drygt 30 kr/m²A_{temp} medan skolorna ligger på ca 10 kr/m²A_{temp}. A_{temp} har ingen större inverkan i en jämförelse mellan skolor och förskolor sett till kostanden per m²A_{temp}.

Förskolorna har ett jämförelsevis större underhållsbehov än skolor vad gäller fasader enligt studien. Relativt sett är många skolor byggda fram till 1940. Dessa byggnader har ofta uppförts i tegel med lång teknisk livslängd och obetydligt underhållsbehov. Förskolorna har ofta målad träpanel med underhållsintervall på ca 10 år.

I följande diagram jämförs medelkostnader per åtgärd för skolor respektive förskolor. De åtgärdsposter som avsett utredning har exkluderats i diagrammet.



Figur 82 Medelkostnader per åtgärd för skolor respektive förskolor uppdelat på byggnadsdelarna tak, fönster och fasad

Tak: Kostnaden per åtgärd är ca 800 000 kr för skolor och 200 000 kr för förskolor.

Fönster: Kostnaden per åtgärd är ca 360 000 kr för skolor och ca 110 000 kr för förskolor.

Fasad: Kostnaden per åtgärd är drygt 250 000 kr för skolor och ca 100 000 kr för förskolor.

19 Resultat av skattning till nationella värden

Genom att förse skolorna och förskolorna med nationella vikter har en skattning av inventeringsresultaten till riksnivå gjorts. Skattning av medelvärden och totaler för hela populationen avser beräkning av 95 procentiga konfidensintervall för dessa skattningar.

19.1 Data för beräkningarna

Data för betyg och kostnader innehåller vardera ett system av vikter, att användas för uppräkningsfrån urval till population. Vikterna är beräknade så att viktens värde anger hur många objekt i populationen som ett objekt i urvalet representerar, se vidare i STIL2:s huvudrapport [6].

19.2 Bortfallshantering

Betyg saknades för en liten andel inommiljöfrågor (ca: 3 %). För att få fullständiga data har det (oviktade) medelvärdet för aktuell fråga använts. Denna hantering av medelvärden i de fall värde saknas (för betyg respektive vikter i de två viktsystemen) kommer att ge korrekta skattningar under antagandet att fallen där värden saknas ”i genomsnitt ser ut” på samma sätt som fallen där värden finns. Det kan noteras att om detta antagande ”lika i genomsnitt” är felaktigt kan inga betydande fel uppkomma eftersom bortfallsandelarna bara uppgår till några få procent. Resultatet kommer alltså att spegla urvalsramen.

Vikter saknades för fyra av de 131 objekten. I dessa 4 fall har medelvärdet lagts in beräknat på de 127 vikter som fanns med. För uppskattningen av kostnader saknades vikt för sex av de 230 bistrerna som identifierats. I dessa 6 fall har medelvärdet av de 224 vikterna som fanns med i detta viktsystem lagt in.

19.3 Betyg - Skattning av populationsmedelvärden och 95 % konfidensintervall

Populationsmedelvärdet av betyget på en viss fråga (bland de 29 frågorna) har beräknats som:

$$\bar{y} = \hat{Y} / \hat{N}, \quad \text{där} \quad \hat{Y} = \sum_{i=1}^{130} w_i \cdot y_i \quad \text{och} \quad \hat{N} = \sum_{i=1}^{130} w_i \quad (w_i = \text{vikten}, y_i = \text{betyget})$$

Variansskattningen har beräknats på samma sätt som i ELIB-studien enligt formeln nedan,

$$\hat{V}(\bar{y}) = (1 / \hat{N})^2 \cdot \sum_{i=1}^n [w_i (y_i - \bar{y})]^2$$

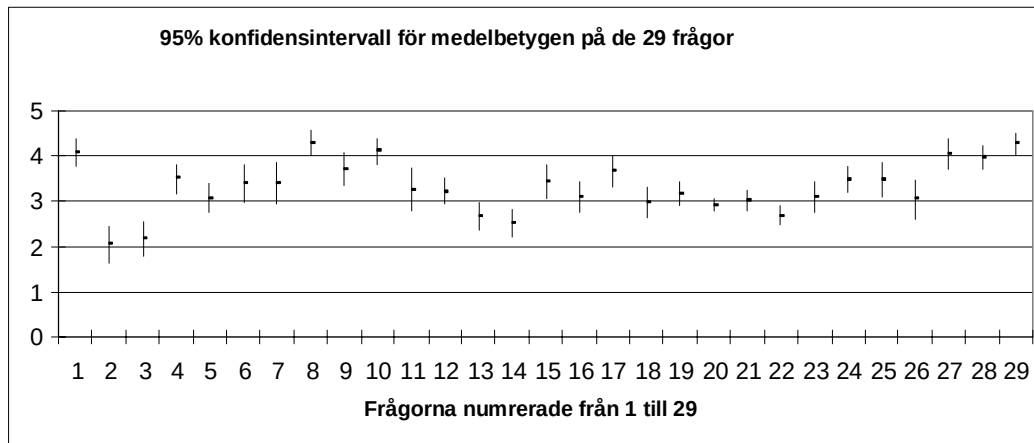
95 % konfidensintervall har beräknats på sedvanligt sätt som:

$$\bar{y} \pm 2 \cdot \hat{\sigma}(\bar{y}) \text{ , där } \hat{\sigma}(\bar{y}) = \sqrt{\hat{V}(\bar{y})}$$

19.4 Resultat

Tabell 49 Tabell och diagram för populationsmedelvärden och 95 % konfidensintervall

Fråga Nr	Fråga	$\bar{y}$ = skattat medelvärde	$\hat{\sigma}(\bar{y})$ = skattad standardavvikelse	95% konfidensintervall $\bar{y} \pm 2 \cdot \hat{\sigma}(\bar{y})$
1	Magnetfält	4,09	0,1483	3,79 --- 4,39
2	HF-don	2,05	0,1927	1,66 --- 2,44
3	Legionellrisk	2,16	0,1870	1,78 --- 2,54
4	Rumsakustik	3,50	0,1651	3,17 --- 3,83
5	Installationsljud	3,06	0,1590	2,74 --- 3,38
6	Luftljud	3,41	0,2085	2,99 --- 3,83
7	Stegljud	3,39	0,2280	2,93 --- 3,85
8	Ljud utifrån	4,28	0,1453	3,99 --- 4,57
9	Filterbyten	3,72	0,1870	3,34 --- 4,10
10	Kortslutningsrisk	4,11	0,1458	3,82 --- 4,40
11	OVK	3,25	0,2370	2,77 --- 3,73
12	Rumshöjd	3,22	0,1428	2,93 --- 3,51
13	Tilluftsfilter	2,66	0,1491	2,36 --- 2,96
14	Lufttemperatur	2,53	0,1562	2,22 --- 2,84
15	Torrhet i luft	3,43	0,1904	3,05 --- 3,81
16	Luktproblem	3,09	0,1813	2,73 --- 3,45
17	Takavvattning	3,66	0,1754	3,31 --- 4,01
18	Fuktskador grund	2,97	0,1679	2,63 --- 3,31
19	Våtrumspöblem	3,17	0,1275	2,91 --- 3,43
20	Städbarhet i våtrum	2,91	0,0625	2,78 --- 3,04
21	Städbarhet av golv	3,01	0,1151	2,78 --- 3,24
22	Städbarhet av inredning	2,69	0,1039	2,48 --- 2,90
23	Solinstrålning	3,09	0,1692	2,75 --- 3,43
24	Drag från tilluftsdon	3,49	0,1360	3,22 --- 3,76
25	Luftläckage från fönster	3,48	0,1821	3,11 --- 3,85
26	Kalla golv	3,04	0,2140	2,61 --- 3,47
27	Kallras	4,05	0,1724	3,70 --- 4,40
28	Dagsljusupplysning	3,97	0,1371	3,69 --- 4,25
29	Radon	4,26	0,1249	4,01 --- 4,51



Figur 83 95 % konfidensintervall för medelbetygen på de 29 frågorna

19.5 Kostnader - Skattning av populationstotaler och 95 % konfidensintervall

Populationstotalen för kostnaden att åtgärda observerade brister har skattats som

$$\hat{Y} = \sum_{i=1}^n w_i \cdot y_i, \quad \text{där } w_i = \text{vikten och } y_i = \text{kostnad för åtgärden}$$

Variansskattningen av kostnader för åtgärder beräknas som:

$$\hat{V}(\hat{Y}) = \sum_{i=1}^n (w_i \cdot y_i)^2 - \hat{Y}^2 / n$$

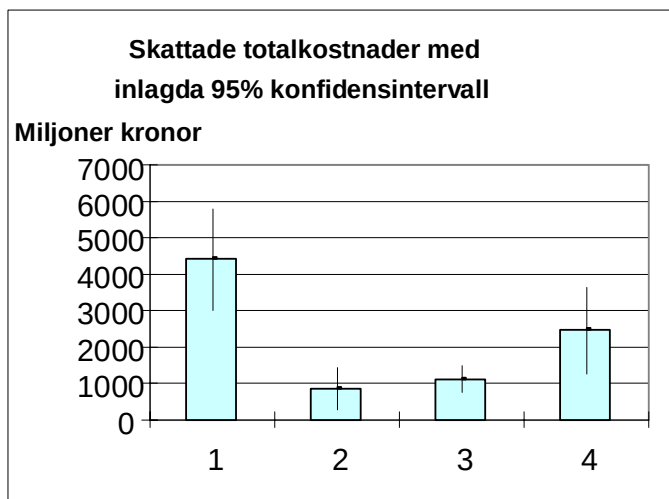
Även för kostnaderna har variansen skattats på samma sätt som i ELIB-studien. Formeln för denna variansskattning samt för variansskattningen för populationsmedelvärdet finns beskrivet på sidan 30 i [7]:

95 % konfidensintervall har sedan beräknats som: $\hat{Y} \pm 2 \cdot \hat{\sigma}(\hat{Y})$, där

$$\hat{\sigma}(\hat{Y}) = \sqrt{\hat{V}(\hat{Y})}$$

Tabell 50 Tabell och diagram för skattade totalkostnader samt 95 % konfidensintervall

	Skattad totalt i milj kr ($\hat{Y}$)	Skattad standard- avvikelse [$\hat{\sigma}(\hat{Y})$]	95% konf.intervall $\hat{Y} \pm 2 \cdot \hat{\sigma}(\hat{Y})$
(1) Alla observerade brister sammantaget	4400	695,4	3009 --- 5791
(2) Brister som behöver åtgärdas omedelbart	840	278,2	283 --- 1397
(3) Brister som behöver åtgärdas inom 1 – 2 år	1112	180,2	751 --- 1473
(4) Brister som behöver åtgärdas inom 2 – 5 år	2448	598,3	1251 --- 3645



Figur 84

19.6 Anmärkningar

- På grund av de urvalskriterier som tillämpats kan man, eftersom dessa kriterier kan sägas styra sluturvalet mot byggnader som förvaltas av organisationer med ett grundintresse i att ha information om sitt bestånd, förmoda att dessa skolbyggnader representerar ett delbestånd som är i bättre skick än landets samtliga skolbyggnader. Kunskap om byggnadernas energianvändning är förvisso inte samma sak som en detaljförvaltning eller åtgärdsplan men en uppräkningskostnader för reparationer är troligen lägre än den sanna kostnaden per skola för åtgärder av landets skolbyggnader.
- Eftersom det inte skulle vara helt lätt att åstadkomma, har ingen uppdelning på skolor och förskolor gjorts i skattningarna av populationens medelvärden (betyg) och totaler (kostnader).

Många åtgärder har av tidsbrist inom STIL 2-projektet resulterat i rekommendation om vidare utredning. Den kostnad som tagits upp i rapporten från besiktningsspersonen är då endast för undersökningen. Här tillkommer alltså med stor sannolikhet en betydande post för att åtgärda de fel som identifierats. Då tak, fasad och fönster har någon enstaka utredningspost har kostnaderna skalats upp till nationell nivå för dessa byggnadsdelar.

Tabell 51 Tabell för skattade totalkostnader och 95 % konfidensintervall för fasader, fönster och tak

	Skattad total i milj kr ($\hat{Y}$)	Skattad standardavvikelse [$\hat{\sigma}(\hat{Y})$]	95 % konf.intervall $\hat{Y} \pm 2 \cdot \hat{\sigma}(\hat{Y})$
Fasader	373,257	93,463	186,331 --- 560,183
Fönster	1203,520	207,694	788,132 --- 1 618,908
Tak	1954,950	596,423	762,104 --- 3 147,796
Fasader + Fönster + Tak	3531,727	653,119	2 225,489 --- 4 837,965

20 Slutsatser inventerade skolor och förskolor

20.1 Innemiljöfrågor indelade i huvudgrupper

20.1.1 Magnetfält

Generellt finns det inga större problem med höga magnetfält i de undersökta förskolorna och skolorna.

20.1.2 Belysning

72 % av alla undersökta förskolor och skolor saknar helt eller delvis flimmerfri belysning. Ny eleffektiv och flimmerfri belysning verkar inte prioriteras vid upp-
rustningar.

Dagsljusupplysningen är generellt bra i undersökta objekt.

20.1.3 Luft

Åtta aspekter på luftkvaliteten har undersökts. Tre av dem berör upplevd luftkvalitet. Fem av frågorna är en bedömning av driftsrutiner och andra tekniska förutsättningar för god luftkvalitet. Två av tre undersökta objekt har någon aspekt som bedömts ge sämre förutsättningar för god luftkvalitet. De aspekter som ger sämst förutsättningar för god luftkvalitet är sämre tilluftsfilter (lägre än klass EU7) och ej godkända besiktningar av ventilationssystemen (OVK-protokoll). Ca 40 % av objekten har inte godkända OVK-protokoll. För 8 % av objekten har inte protokoll funnits tillgängliga.

De tre aspekterna på luftkvalitet utgörs av upplevd lufttemperatur, upplevelse av torr luft och om det finns luktproblem. Nästan 75 % av objekten har luftproblem som kan kopplas direkt till besvär för brukarna. Problem med lufttemperaturen är den aspekt som förekommer mest, följt av luktproblem.

20.1.4 Legionella

Risken för legionella är påtaglig för undersökta skolor och förskolor. Mest påtaglig framstod risken för legionella i objektsgruppen skolor.

20.1.5 Ljud

I drygt hälften av objekten finns brister avseende ljud i förskolan eller skolan. Luftljud mellan olika rum är den aspekt som har gett flest ljudproblem, främst i gruppen förskolor. Det är ofta detaljer såsom otätade genomföringar som medger överföring av störande ljud mellan rummen. Ofta förekommer också dåligt ljudtätade dörrar mellan klassrum och korridorer. Endast vart 20:e objekt har en genomgående god ljudmiljö.

Förutom att ljudabsorbenter ofta finns mot tak är det ytterst få objekt som har haft någon akustisk bra utformning i föreläsningssalar. Bakväggen i undervisnings-salar bör exempelvis utföras ljudabsorberande för att ljudet inte skall studsas tillbaka till talaren mot hårda ytor.

20.1.6 Termiskt klimat

Det förekommer ofta problem med det termiska klimatet. 75 % av objekten har någon form av termiska brister eller påtalade problem. Besvärande solinstrålning, luftläckage från fönster och dörrar, kalla golv och kallras är de stora problemområdena. Byggnader från ca: 1980 och framåt har få klagomål om luftläckage och kallras. Det beror sannolikt på bättre tätningslister i dörrar och fönster samt ett bättre isolerat klimatskal (lägre U-värde) efter oljekriserna 1973 och 1979.

70 % av objekten saknar yttre solavskärmning vilket ofta ger varma lokaler i solutsatta lägen. Komfortkyla har inte funnits installerad i något av de undersökta objekten.

Förskolorna har generellt mer problem med termisk komfort och främst upplevs betydligt större problem med kalla golv. Detta kan förklaras dels av att förskolebyggnader vanligen saknar källare, det vill säga saknar ett uppvärmt utrymme under lokalerna, och dels av att golvtemperaturen är en påtaglig miljöaspekt i förskoleverksamhet där såväl barn som personal vistas direkt på golven.

20.1.7 Fukt

Ca 80 % av undersökta objekt har någon form av anmärkning på fukt (riskkonstruktion eller konstaterad fuktskada). Tre aspekter har undersökts; fuktproblem relaterat till tak, grund och våtrum. I 40 % av objekten har fuktskada konstaterats.

Fuktproblem med grunden är den aspekt som medfört flest anmärkningar. Totalt har 75 % av alla undersökta skolor eller förskolor någon form av bedömd risk för fuktskada eller konstaterade fuktproblem med grunden. Krypgrunder utgör 70 % av de fuktskador som konstaterats i grunden. Av de 75 krypgrunder som totalt finns i objekten har 80 % av dessa bedömts vara riskkonstruktioner eller har konstaterade skador.

Byggåret har en stor betydelse när det gäller fuktskador. Tätskikt på tak och i våtrum har en begränsad livslängd. Grundläggning med platta på mark från tidigare år har ett otillfredsställande fuktskydd. Plastmattor och linoleummattor limmade direkt mot fuktiga betongplattor med konsekvensen att matta och lim kemiskt bryts ner har tidigare varit, och är till viss del fortfarande, ett vanligt inomhusmiljöproblem. Krypgrundsproblematiken kvarstår dock än i dag men kunskapen om utformning och materialval har blivit bättre. Värt att notera är att inget undersökt objekt efter 1990 har konstaterade fuktskador.

20.1.8 Städbarhet

Inga objekt har genomgående bra städbarhet. Städbarheten i golv och våtrum är acceptabla totalt sett men sämre vad gäller inredningen. Vart femte objekt har påtagligt dammansamlade inredning som är svårstädad. Det kan exempelvis vara nedpendlande lysrörsarmaturer, mycket hyllor och skåp eller ett inte heltäckande, nedpendlat undertak. En notering som flera inventerare har gjort är att, speciellt i förskolor, har verksamheten påtagligt mycket utrustning såsom leksaker på hyllor och skåp vilket försvårar städningen.

Under inventeringarna har även noterats att städning ovan axelhöjd normalt inte utförs i städbredrenaderna, vilket får konsekvensen att damm samlas på skåp, ovan lysrörsarmaturer mm. Det kan också innebära att ventilationsdon inte rengörs utan blir smutsiga och får försämrade funktion, samt kan ge upphov till störande ljud på grund av stora tryckskillnader över ventilationsdonen.

20.1.9 Radon

Undersökta skolor och förskolor har inga större radonproblem. 4 % av objekten har haft ett radonvärde över gränsvärdet 200 Bq/m³ i vistelsezon.

20.2 Skolors och förskolors förutsättningar till en bra inommiljö

20.2.1 Det geografiska läget

På www.offentligafastigheter.se finns nyckeltal (kr/kvm BRA) för planerat underhåll, felavhjälpanne underhåll, städning etc. för kommunernas förskolor och skolor. Där kan man se att de ekonomiska förutsättningarna när det gäller underhåll i förskolor och skolor varierar från kommun till kommun.

Slutsatsen från denna studie är dock att det geografiska läget inte har påvisats ha någon större betydelse när det gäller inommiljöstatus eller status på klimatskalet i undersökta skolor och förskolor.

20.2.2 Förtätade lokaler

En erfarenhet från utförda inventeringar är att det inte är ovanligt med förtätade lokaler, d v s det är mer personer i lokalerna än vad de är avsedda för. Förtätade lokaler ökar risken märkbart för negativa miljöeffekter: ljudnivån ökar, städbarheten försvåras och värmebelastningen ökar. Dessutom justeras inte alltid luftflödena så att tilluftsmängderna tillgodoser kravet för det större antalet personer i rummet, vilket Arbetsmiljöverket skriver på sin hemsida www.av.se/teman/skolan/iskolan/.

20.2.3 OVK-besiktning som förutsättning för god luftkvalitet

Den obligatoriska ventilationskontrollen, OVK, syftar till att se till att ventilationsaggregaten fungerar som avsett, är acceptabelt rena och att lokaler får den

tilluftsmängd (liter/sekund) som föreskrivs per person som vistas i en viss lokal. OVK-besiktning skall göras vartannat år för mekaniska till- och frånluftssystem samt frånluftssystem. Kraven för ett ventilationssystem utgår från de krav som gällde det år då systemet byggdes, dvs kraven kan variera mellan olika system. I en OVK kontrolleras normalt inte hur luften fördelas i lokalerna, d v s luftutbyteseffektiviteten kontrolleras inte.

Vidare kontrolleras inte partikelhalter i tilluften. Enligt databaskörningen har 39 % av objekten lägre filterklass än EU7, och endast 5 % har bättre filter än EU7. Lägre filterklass innebär främst att små partiklar i utomhusluften, eller återvunnen luft från ex. roterande värmeväxlare, filtreras bort i mindre omfattning.

Långt ifrån alla undersökta objekt har uppmätta tilluftsflöden i ventilationsaggregaten enligt de OVK-protokoll som funnits tillgängliga. Istället anges projekterade luftflöden i protokollen.

I några av de undersökta objekten har förvaltningen valt att endast låta besiktiga ca 30 % av aggregaten/systemen i skolan eller förskolan. Det innebär att även om OVK-besiktningen är godkänd kan andra aggregat/system ha bristfällig funktion.

20.2.4 Paviljonger eller andra "tillfälliga" byggnader

Många skolor har kompletterande uppbreddade modulbyggda paviljonger för att få plats med fler barn. Dessa erbjuder ofta en något sämre inomhusmiljö till följd av sin relativt enkla konstruktion. Att sätta ihop flera moduler innebär att tätningen mellan dessa kan vara bristfällig. Exempelvis kan luftströmlar uppstå i skarvarna, med kondensrisk och kalla golv som följd. Ofta byggs dessa paviljonger med låglutande sadeltak och pappbeklädning där takavvattningen ofta endast är en öppning mot fasaden. Denna takkonstruktion medför alltså en risk ur fuktsynpunkt. Vidare är ofta ytterväggarna dåligt isolerade med risk för en låg operativ temperatur. Höga transmissionsförluster, på grund av bristfällig isolering, genom klimatskalet ger också en hög energianvändning.

Tanken är normalt att paviljongerna endast skall täcka in en tillfällig topp i elevantal eller nyttjas i väntan på utbyggnad av skolan. Det är emellertid inte ovanligt att dessa "tillfälliga byggnader" har blivit permanenta skolbyggnader.

20.2.5 Byggårets inverkan

Byggåret indikerar egenskaper på såväl energianvändning som inomhusmiljö. När det gäller underhållsbehovet hos klimatskalet, dvs hos fönster, tak, grund och fasader, spelar åldern en stor roll. Nedan görs en grov indelning per tidsperiod för byggnader med generellt sett liknande egenskaper. Inom varje tidsperiod finns naturligtvis avvikelser. Renoveringar kan ha skett vilka även påverkar de "tidstypiska" egenskaperna.

Byggnader fram till 1940

Gamla hus fram till 1940 har stor rumshöjd och stora höga fönster vilket är positivt ur luftkvalitets- respektive dagsljussynpunkt. Däremot har fönstren ofta ett högt U-värde vilket kan ge termiska komfortproblem som kallras, låg operativ temperatur och varma lokaler genom solinstrålning. Stora höga fönster blir även veka vilket kan leda till störande ljud i lokalerna från trafikbuller.

Då byggnaderna är uppförda innan oljekriserna (1973 och 1979) är därför klimatskalet ofta dåligt isolerat och dåligt tätat vilket innebär högre energianvändning och kan ge termiska komfortproblem.

Underhållsbehoven av byggnadsdelar och installationer kan vara stora av tak då dess tekniska livslängder sedan länge är uppnådd. Dessa byggnader är emellertid så gamla att underhåll normalt har utförts en eller flera gånger. Fasader består ofta av tegel och har en mycket lång teknisk livslängd.

Grunder är ofta riskkonstruktioner ur fuktsynpunkt eftersom fuktskyddet normalt är bristfälligt.

Byggnader från 1941 till 1960

Takhöjder i byggnader närmare 1960 är ofta lägre jämfört med hus fram till 1940. Lägre takhöjder ger större risk för förorenad luft i vistelsezon. Under denna tidsperiod har nyare, då obeprövade, material använts i byggnaderna vilket genererat vissa inomhusmiljöproblem såsom förhöjd radonhalt på grund av blå lättbetong och ökat underhållsbehovet av fasader genom användning av PCB-fogar etcetera.

I övrigt har byggnaderna inom detta tidsintervall liknande förutsättningar för inomhusmiljö och underhåll som fram till 1940.

Byggnader från 1961 till 1975

I stort har dessa byggnader liknande förutsättningar som mellan 1940-1960. Däremot återfinns fler fuktrelaterade problem i detta tidsintervall. Då äldre byggnaders grundläggning ofta innebär källare medan grunderna i detta tidsintervall oftare utförs av krypgrunder och platta på mark, kommer riskkonstruktionerna ”närmare” vistelsezonen. Användningen av PVC ökade markant under 1960- och 1970-talen. PVC-mattor limmade direkt mot fuktiga betongplattor kan få konsekvensen att matta och lim kemiskt bryts ner och kan leda till inomhusmiljörelaterat problem. Betongplattor på mark med ovanliggande isolering i en träkonstruktion var det vanligaste sättet att bygga upp golv under 1960-1970-talen, vilket kan medföra mögel och röta i virket.

Vidare är underhållsbehovet större än tidigare, då underhåll ännu inte utförts, speciellt gällande tak och våtrum.

Byggnader från 1976 till 1990

Byggnader som är uppförda efter oljekriserna är betydligt mer välisolerade vilket innebär fördelar ur energi- och termisk komfortsynpunkt. Efter oljekrisen blev fönstertyorna i många fall mindre vilket innebär ett lägre dagsljusinsläpp.

Underhållsbehoven av klimatskalet är relativt stort av exempelvis tätskikt på tak och i våtrum, liksom fönster och fasader, då dess tekniska livslängder börjar uppnå, eller har uppnått, dess tekniska livslängder.

Fuktproblematik och andra inommiljöaspekter är generellt enligt föregående tidsperiod. Visserligen har kunskapen om fuktrelaterade problem i grunder och golv blivit något större.

Byggnader från 1991 och framåt:

Underhållsbehovet av klimatskalet, våtrum etcetera är relativt litet. Bättre fönster har möjliggjort användning av större fönstertyor, vilket är bra ur dagsljussynpunkt. Tilluftsfilter håller normalt högre klass och det finns sannolikt fler godkända OVK-besiktningar i objekten från denna tidsperiod, vilket denna studie visat, dvs förutsättningarna för bra luftkvalitet är större än i tidigare.

Kunskapen om utformning och materialval i grunder liksom risker med limmade mattor mot betongbjälklag är också bättre än tidigare. Trots detta förekommer fuktrelaterade problem bland annat beroende av pressade byggtider.

Invändigt skick i förhållande till det utvändiga skicket

En erfarenhet bland inventerarna är att det invändiga skicket är förhållandevis bättre än det utvändiga. Tätskikt på yttertak vars tekniska livslängd sedan länge passerats har inte varit ovanligt att finna bland skolorna och förskolorna. Generellt sett har fönster i trä och målade träfasader ett eftersatt underhåll.

Skyddsronder

Att skyddsronder genomförs av skolornas och förskolornas personal innebär inte per automatik att alla eventuella inommiljöproblem fångas in. Skyddsronder fokuserar normalt mer på arbetsskyddsfrågor än inommiljöfrågor. Det kan heller inte förväntas att skyddsombud kan se samband mellan byggnadens utformning och vilka inommiljörisker som den kan generera.

Solavskärmning och komfortkyla saknas

Inget av de undersökta objekten har komfortkyla. Yttre solavskärmning eller andra åtgärder för att motverka den kortvågiga strålningen (solljus) saknas i många objekt trots att lokaler upplevs som varma.

Driftupphandlingar i skolor och förskolor

I några av de undersökta skolorna behöver driftentreprenören enligt kontraktet inte besiktiga mer än ca 30 % av ventilationsaggregaten. Ibland finns inga krav på att hänggrännor ska rensas eller att smutsiga luftdon ska rengöras. I slutändan kan detta innebära risk för sämre luft, fuktskador o s v.

Upphandlingar av förvaltningsentreprenader (AFF-upphandlingar) och utformningen av förfrågningsunderlag är därför viktiga för inomhusmiljön. Förvaltningskontrakten innebär att driftentreprenören ska utföra specificerade tjänster mot en viss betalning. Den driftentreprenör som väljs är ofta den som lämnar lägst pris per kvadratmeter lokalyta.

Hur fastighetsägaren prioriterar underhållsbehoven är viktigt. Kunskapen om vilka konsekvenser inomhusmiljöbrister kan få för personal och elever varierar. Ibland finns kunskapen, men det är lätt att t.ex. energibesparande åtgärder eller estetiska åtgärder upplevs som mer intressanta att genomföra än att åtgärda ett tak eller en dålig kryppgrund.

Inomhusmiljökompetens hos projektörer och entreprenörer. Vid ombyggnader är det viktigt att inte försämrade inomhusmiljöstatusen. Ett bra exempel på detta illustreras på framsidebilden i denna rapport. En kabelränna har satts upp rakt över ett tilluftsdon i en av de undersökta skolorna! Lokaler som skall anpassas med ny teknik kan få konsekvenser för inomhusmiljön som inte alltid beaktas. Ett exempel på detta är när mekanisk ventilation installeras. I flera objekt har rumsskiljande väggar försetts med överluftsdon utan ljuddämpning, för att distribuera luft från ett rum med tilluftsdon till närliggande rum utan tilluftsdon. Denna lösning sänker hela den rumsskiljande väggens luftljudsisolerande förmåga.

20.3 Åtgärdsbehov av klimatskal

Kostnader för takunderhåll utgör nästan hälften av de totalt identifierade bristerna och underhållskostnaderna. Takunderhåll innebär generellt att det finns behov av att lägga om tätskiktet. Fuktskador i grunden och inneklimatproblem kräver däremot oftast en utredning för att komma fram till omfattningen av problemet, för att därefter finna rätt typ av åtgärd. Dessa kostnader har därför inte kunnat uppskattas. Istället har utredningskostnaden angivits.

Tak- och grundproblem har ungefär lika många identifierade brister. En stor skillnad är dock, när det gäller problem med grunden, att i stort sett 2/3 av antalet identifierade åtgärdsposter består av utredningar. Med tanke på att åtgärder av fuktskadade grunder kan bli mycket kostsamma, med ex. installation av ventilerade golvkonstruktioner och utbyte av fuktskadade material, är det inte osannolikt att de totala kostnaderna för åtgärder av grunden, i princip kan bli lika omfattande som de totala kostnaderna för takåtgärder.

För brister i fönsterunderhållet har klart flest åtgärdsposter hittats. Åtgärdsbehovet rör antingen direkta skador eller att solavskärmning saknas, det senare ses som ett komfortproblem. Studien har visat att ca 70 % av objekten saknar yttre solavskärmning eller solskyddsglas.

Tak: Förskolorna i studien har en kostnad på i snitt drygt 70 kr/m²A_{temp} medan skolorna ligger på drygt 80 kr/m²A_{temp}. Kostnaden per åtgärd är i snitt ca 800 000 kr för skolor och 200 000 kr för förskolor. Framtaget reparations- och underhållsbehov avser de kommande fem åren, år 2006-2011.

Skolorna har ett jämförelsevis större underhållsbehov än förskolor vad gäller tak enligt studien sett till kr/m²A_{temp}. För att bättre jämföra skolor och förskolor bör kostnader per m² takyta studeras.

Fönster: Förskolorna i studien har en kostnad på 90 kr/m²A_{temp} medan skolorna ligger på knappt 50 kr/m²A_{temp}. Kostnaden per åtgärd är i snitt ca 360 000 kr för skolor och ca 110 000 kr för förskolor.

Studien visar att förskolorna har ett jämförelsevis större underhållsbehov än skolor vad gäller fönster.

Fasad: Förskolorna i studien har en kostnad på drygt 30 kr/m²A_{temp} medan skolorna ligger på ca 10 kr/m²A_{temp}. Kostnaden per åtgärd är i snitt drygt 250 000 kr för skolor och ca 100 000 kr för förskolor.

Studien visar att förskolorna har ett jämförelsevis större underhållsbehov än skolor vad gäller fasader.

20.4 Skolor i jämförelse med förskolor

Underhållsmässigt har fönster och fasader varit i bättre skick i de undersökta skolorna jämfört med förskolorna.

Medelbetygen av inommiljöfrågorna skiljer sig ytterst lite mellan de två objektsgrupperna. Om man däremot studerar de enskilda inommiljöfrågorna finns ett antal signifikanta skillnader i studien:

- Rumshöjderna är lägre i förskolor men kraven på rumshöjderna är oftast uppnådda; 2,40 meter för förskolor och 2,70 meter för skolor.
- Städbarheten är ofta sämre i förskolor avseende inredningen och golvytor, bland annat beroende på fler leksaker, vilket innebär fler hyllor och därmed en högre hyllfaktor samt svåråtkomliga golvytor. Skolorna uppvisar däremot sämre städbarförhållanden än förskolorna i våtrum.
- Det finns en tendens till att förskolorna har sämre klass på tilluftsfilter i de mekaniska ventilationsaggregaten än skolor.
- Förskolorna har fler påtalade eller identifierade luktproblem än skolorna.
- Förskolorna har mer problem med störande luftljud än skolorna.
- Förskolorna har betydligt större problem med kalla golv än skolorna.
- Skolorna har fler objekt med risk för legionella än förskolorna.

- Skolorna har mer fuktproblem i våtrum än förskolorna.
- Skolorna har mer problem med solinstrålning än förskolorna.
- Skolorna har mer problem med luftläckage från dörrar och fönster samt kallras än förskolorna.

21 Förslag på bättre inomhusmiljö i skolor och förskolor

Nedan anges de viktigaste åtgärderna för att uppnå en bra inomhusmiljöstatus utifrån resultaten av denna studie. Flera förslag är egentligen självklara och är redan implementerade i vissa fastighetsägares kvalitetsrutiner.

21.1 Förhindra övertemperaturer i lokaler

Eftersom skolor och förskolor saknar komfortkyla (vilket är bra ur energisynpunkt) och ett av de vanligare klagomålen i studien är varma lokaler under sommarhalvåret bör åtgärder vidtas för att minska solinstrålningen. Många förskolor och skolor har gamla fönster vilket motiverar fönsterutbyten till glas som minskar den kortvågiga solinstrålningen och värmeförlusterna genom fönstren. Nya fönster i kombination med bländningsskydd i form av persienner eller markiser är att föredra. Om inte ekonomin tillåter fönsterutbyten kan en enkel åtgärd vara att montera markiser. Att endast montera markiser innebär jämförelsevis ingen större energibesparing, men minskar solinstrålningen. En annan nackdel med markiser jämfört med solskyddsglas är att de bör vara fullt nere under hela dagen för att solens reflekterande strålning mot mark och andra byggnader inte skall nå klassrummen.

Nya forskningsresultat från studier vid Danmarks Tekniska Universitet visar att sänkta klassrumstemperaturer och ökat tilluftsflöde har en positiv effekt på elevernas studieresultat.

21.2 Säkerställ att tilluftsflöden minst uppfyller normkravet vid aktuell personbelastning

Detta borde vara en självklarhet, men flera erfarenheter pekar mot att tilluftsflödena inte stäms av mot personbelastningen, framför allt vid förändringar i verksamheten.

Skolor behöver ett uteluftsflöde på minst 7 liter per sekund och person plus ett tillägg på 0,35 liter per sekund och kvadratmeter golv. Regler om ventilation finns bl a i Socialstyrelsens allmänna råd och Arbetsmiljöverkets föreskrifter om arbetsplatsens utformning.

En studie som visar att dålig inomhusluft i skolor ger sämre prestation hos elever har nyligen presenterats; R J Shaughnessy, U Haverinen-Shaughnessy, A Nevalainen, D Moschandreas har visat att det finns ett signifikant samband mellan dålig inomhusluft och elevernas testresultat när de sattes att lösa matematiska

problem. Vid undersökningarna var luftflödena ungefär hälften så höga som normen, vilket sannolikt kan förekomma ute i svenska skolor och förskolor.

21.3 Information och kunskapsspridning till brukare

Vissa inomhusmiljöaspekter kan brukarna själva råda över och åtgärda. Det kan vara städbarhet på hyllor och skåp, lukter från torkade golvbrunnar eller placering av möbler alltför nära deplacerande ventilationsdon.

En tanke kan vara att förvaltaren informerar förskolan eller skolan om fastighetens installationer och hur de är tänkta att fungera. Ännu bättre är om skydds- och ronderarna inkluderar fler inomhusmiljöaspekter och där förskolan eller skolan har en direkt dialog med förvaltaren.

21.4 Bättre OVK eller andra former av luftkvalitetsbesiktningar

- Förenkla tillgängligheten av OVK-protokoll. OVK-protokoll kan med fördel sparas i en web-baserad databas. Syftet är då att åtkomst blir enklare och att protokollen likställs innehållsmässigt, dvs att kontroller enklare kan utföras av att allt som ska ingå i en OVK verkligen finns med.
- Ställ högre krav på vad en OVK minst skall innehålla. Det är inte orimligt att t ex ställa krav på att tilluftsflöden till klassrum kontrolleras mot aktuell personbelastning och att förekomst av eventuella luftpartiklar i ventilations-systemet kan mätas, för att på så vis kunna indikera brister vid filtreringen eller att det förekommer orena kanaler av annan orsak.

21.5 Säkerställ bra inomhusmiljö vid nybyggnad, om- och tillbyggnad

21.5.1 Byggherrens möjligheter att påverka inomhusmiljön

För att säkerställa en bra inomhusmiljö kan en inomhusmiljöexpert involveras i projektet redan innan projekteringsstadiet fram till godkänd slutbesiktning. En manual för fukt- och inomhusmiljödokumentation upprättas, vilken har till syfte att vägleda projektörer och bifogas i förfrågningsunderlaget när entreprenör handlas upp. Under entreprenaden blir denna dokumentation underlag för fukt- och inomhusmiljökontrollplaner som vald entreprenören arbetar efter. Separata fukt- och inomhusmiljömöten med platskontroller utförs kontinuerligt under entreprenaden. Slutligen upprättas dokumentation som överlämnas till förvaltaren.

En väsentlig åtgärd, som berörts ovan, är att säkerställa att ventilation är rätt dimensionerad, med förutsättningar för omblandande ventilation, efter förändringar i befintlig byggnad.

21.5.2 Sammanställning av krav och rekommendationer avseende inomhusmiljö

För att en underlätta för de projektörer, förvaltare mm som arbetar med skolor och förskolor är det bra om de krav och rekommendationer - avseende exempelvis ljud, fukt, ventilation - som finns i olika regelsamlingar etc. kan sammanfattas i en gemensam skrift med hänvisningar till de olika ingående regelsamlingarna. Det är då mindre risk att någon inomhusmiljöaspekt glöms bort vid nybyggnad, om- och tillbyggnad.

21.6 Bra AFF-upphandlingar

Det är viktigt att ta fram ett bra förfrågningsunderlag vid upphandling av drift-entreprenörer för att förebygga inomhusmiljöbrister och att den tekniska livslängden för byggnadsdelar och installationer blir enligt avsett.

Nedan följer några exempel på rutiner som syftar till att upprätthålla en god inomhusmiljö i förvaltningsskedet. Vid upphandling av driftsentreprenör kan ett komplett sådant dokument bifogas i förfrågningsunderlaget.

- Städ rutiner – skåp, lysrörsarmaturer, luftdon och andra svåråtkomliga ytor görs rent 2 ggr/år
- Filterbyten – filter byts minst 1 ggr/år efter pollensäsong och filterbyten dokumenteras i protokoll som skall sitta synligt på respektive aggregat
- Takavvattning – hängrännor, stuprör och brunnar rensas 2 ggr/år
- Legionella - säkerställ att tappvarmvattnet aldrig är lägre än 50°C vid tappvarmvattenställen

21.7 Upprätta underhållsplaner med inomhusmiljöfokus

Syftet med att upprätta underhållsplaner med inomhusmiljöfokus är att förebygga större inomhusmiljöbrister genom att ge utrymme för underhållskostnaderna och fördela kostnaderna lämpligt över tiden. Genom denna fördelning kan bra lösningar ur ett livscykelkostnadsperspektiv väljas, och kortsiktigt ”lappande och lagande” kan undvikas. Ett förslag på arbetsgång ges nedan.

- Identifiera inomhusmiljöbrister genom inventering, exempelvis liknande inomhusmiljöfrågorna i Appendix 1.
- Fånga in eventuella klagomål från brukare. Detta kan göras från skyddsronder eller enkätundersökningar.
- Utför en statusbedömning av byggnadens klimatskal och installationer.
- Upprätta därefter en underhållsplan med kostnader för såväl standardhöjande åtgärder som identifierade brister i inomhusmiljön, klimatskalet och installationer.

21.8 Bra styr- och reglerutrustning

Styr- och reglerutrustningens standard varierar mellan de undersökta objekten. Med bra centraliserad styr- och regler kan driftstörningar identifieras och åtgärdas snabbt. Med rätt utformning kan klimatet behovsstyras och optimeras i förhållande till belastningen i lokalen. Det är då enklare att upprätthålla ett jämnt och bra inneklimat samt minska energianvändningen.

21.9 Förbättra ljudklimatet

Eftersom hälften av alla objekt enligt inventeringen har dåliga ljudförhållanden bör stora insatser göras för att uppnå ett bättre ljudklimat. I vissa fall är det svårt att åstadkomma ekonomiskt försvarbara förbättringar– exempelvis att bygga om bjälklag pga stegsljudsproblem - men enklare åtgärder såsom att göra rumsakustiska åtgärder, ljudisolera fläktrum, täta otätheter och sätta in ljudisolerande dörrar mellan klassrum och korridorer kan förbättra ljudklimatet väsentligt.

21.10 Fuktsäkra fastigheterna

Då ca 80 % av objekten har någon form av fuktproblem är det inte orimligt att fastighetsägaren fuktsäkrar fastigheterna genom att upprätta dokumentation som beskriver risker eller observerade fuktskador. Rutiner bör också upprättas som reglerar hur bestående fuktskador med efterföljande mögelproblem i innemiljön undviks, om t ex vattenläckage uppstår.

22 Erfarenheter från de genomförda inventeringarna

22.1 Förberedelser inför inventeringarna

Informationen till skolor och förvaltningar är viktig. Den måste komma till nyckelpersoner till kännedom i tid. Av informationen ska framgå att inventeringen kräver engagemang från skola och förvaltning.

Vid inventeringarna har vi haft olika kontaktpersoner som visat oss runt och som lämnat upplysningar: förvaltare, driftspersonal, rektorer, lärare/förskollärare, skyddsombud och vaktmästare. Träffsäkerheten i inventeringsresultaten påverkas till en betydande del av kontaktpersoner och deras kännedom om historik i byggnaden. Det är mycket viktigt att de kontaktpersoner som kan byggnaden bäst är med åtminstone under inventeringens inledande intervju.

22.2 Innemiljöfrågorna

Samordningsmöten för samtliga inventerare har hållits för likriktning i inventeringsmetodik och vid bedömningar enligt den använda modellen. Vissa frihetsgrader finns dock. Det bästa sättet att likrikta bedömningarna är emellertid att utforma frågorna mer styrande och precisa än vad som varit fallet för några av frågorna. Tillförlitligheten skulle då förbättras när man redovisar statistiska slutsatser.

I denna studie förekommer flera byggnader inom ett objekt. I de fallen görs sammanfattande bedömningar av flera byggnader och redovisas i en rapport. Om varje byggnad för sig, inom ett objekt, får en egen rapport med bedömningar och inventeringsobservationer skulle fler sämre och fler bättre innemiljöaspekter fångas upp vid utvärderingen av studien. Nackdelen att göra bedömningar byggnad för byggnad är främst tidsaspekten och den åtföljande kostnaden för inventeringsarbetet.

Betygsättningen i modellen bör ses över något. Det är inte helt konsekventa betygsgraderingar. Betyg 3 motsvarar ofta att inga problem har konstaterats. Men för betyg 3 i fråga 3300 (fuktskador i grunden) är bedömningskriteriet att det finns risk för skada och fråga 3310 har bedömningskriteriet att det är en liten risk för övriga fuktskador, företrädesvis våtrum, för betyg 3. Vid utvärderingen från databaskörningen har däremot de olika kriterierna beaktats när andelen ”bättre” och andelen ”sämre” betyg sammanställts.

Då vissa innemiljöfrågor beaktar byggnadens förutsättningar (= risk) för ett innemiljöproblem och andra frågor beaktar konstaterade brister för lokalutnyttjare, kan det vara lämpligt att dela upp innemiljömodellen i två delar och utvärdera dessa separat.

22.3 Korrelation mellan besiktningsnoteringar och Örebro-enkät

Noteringar som gjorts under besiktningarna och intervjuerna bör kompletteras med resultaten av Örebro-enkäterna. Det är högst osäkert om den eller de i personalen som har intervjuats innan inventeringen har gett en representativ bild för upplevd inomhusmiljö hos all personal. Det är därför en fördel om enkäten kan studeras innan inventeringen, istället för att enkätundersökningen genomförs parallellt med inventeringen.

22.4 Utförda mätningar

22.4.1 Relativ fuktighet och temperatur

Mätresultaten har endast begränsat använts som underlag vid klassningen i miljöstatus skolmodell då mätningarna endast utförts i ett enskilt klasrum. Därtill har mätningarna huvudsakligen utförts under den varma hösten 2006 då eventuella problem med höga och låga temperaturer inte framhövdes. Tolkning av ett eventuellt fuktillskott har visat sig svår då de uppmätta skillnaderna mellan fukthalt inne och ute varit små. Loggrarnas egna mätosäkerhet samt svårigheter att placera uteloggrarna skyddat, men samtidigt fritt väderexponerat, gör att denna klimatutvärdering har fått anstå i flera fall.

För att få ett bättre underlag att undersöka skolornas fuktklimat och termiska klimat bör flera utrymmen i en skola undersökas. I ett sådant fall bör man välja såväl rum med eventuellt kända problem som rum vilka kan anses som representativa. Vidare bör mätningen utföras under en längre period, minst två ordinarie skolveckor, samt i två etapper. En mätning bör då utföras vid varm och fuktig årstid och en mätning under en kall period, exempelvis utförs mätningar i augusti respektive februari.

22.4.2 Magnetfält och radon

Det bör beaktas att mätningarna som ligger till grund för bedömningen av magnetfältsnivåer har varit begränsade i omfattning. Särskilt i stora objekt med flera byggnader ökar osäkerheten i bedömningen då det kan finnas flera ställverk och fördelningsskåp, vilka det inte funnits möjlighet att studera under den korta stickprovsmässiga inventeringen. För att göra en noggrann kartläggning av magnetfält är tidsåtgången jämfört med övriga inomhusmiljöfrågor relativt stor. Ett förslag är att magnetfältsmätningen ersätts eller kompletteras med mätning av aktuella luftflöden lokalerna.

Radonmätningar har utförts mellan oktober till december 2006. Med tanke på att den perioden har varit varm har vädring i klassrum skett i många objekt, vilket har noterats under inventeringarna. Radonmätningar bör utföras mellan januari och mars för att se vilka radonvärden som maximalt kan uppstå i byggnaderna.

Del 4 Analys av innemiljøenkäter

23 Sammanfattning

Den aktuella enkätundersökningen ingår som en del i STIL-2 projektets skol- och förskolekartläggning. I denna rapport redovisas utfallet för 68 skolor och 37 förskolor. Totalt besvarade 1 965 skolpersonal och 408 förskolepersonal de standardiserade MM-enkäterna. Olika jämförelsematerial användes för att underlätta möjligheterna till tolkning av resultatet.

Bortfallet är relativt stort för skolmaterialet (26 %) men litet för förskolorna (7 %). En viktig orsak till skolbortfallet är framför allt pågående aktiviteter eller nyligen genomförda arbetsmiljökartläggningar, exempelvis i Göteborgs kommun. Jämförelser med utfallet från tidigare kommunvisa kartläggningar med samma instrument visar påtagliga likheter, varför det är rimligt att anta att här redovisat resultat ger en acceptabel bild av hur inomhusklimatet i svenska skolor och förskolor upplevs. Uppviktningsnivå till riksnivå medför små skillnader vilket ytterligare stöder denna slutsats.

De använda MM-enkäterna för skolpersonal och förskolepersonal är identiska vad avser flertalet frågor varför jämförelser kan göras. Såväl personal i skolor som förskolor besvaras framför allt av instängd, dålig luft, temperaturförhållandena, buller och bristande städning. Högljudda elever utgör en väsentlig bullerkälla, men klagomål förekommer också på bullerstörningar från ventilation och biltrafik. Personalen rapporterar förekomst av ofta förekommande allmänsymtom, främst trötthet och tungnetskänsla i huvudet men endast i liten utsträckning besvärande slemhinne- eller hudsymtom. De senare relateras i liten utsträckning till de aktuella miljöerna. Personal inom förskoleverksamheten rapporterar i högre utsträckning besvär av torr och rodnad hud på händerna, som rimligen väsentligen kan hänföras till verksamheten som sådan.

Vid sambandsanalyser mellan upplevd innemiljö och besiktningsdata för innemiljö och energi gäller det att hitta ett övergripande mått på det upplevda inneklimatet. Antalet ofta besvärade miljöfaktorer tycks vara ett rimligt mått, eftersom det korrelerar relativt starkt till antalet upplevda symtom i olika konstellationer.

Även om det upplevda inneklimatet och förekomsten av rapporterade symtom skiljer sig avsevärt mellan olika skolenheter, vilket i sig skulle vara fördelaktigt vid studier av samband mellan upplevelsefaktorer och besiktningsdata, fås relativt stabila medelvärden, oavsett om viktning sker eller ej. **Den övergripande slutsatsen blir därför att den aktuella undersökningen ger en acceptabel och rimlig bild av hur personal inom skol- och förskoleverksamheten upplever miljön.**

23.1 Bakgrund

STIL-2 projektet har under år 2006 berört ett urval av skolor och förskolor i Sverige. Urvalet baseras på Arbetsställeregistret. Under sensvåren beslöt Boverket att komplettera energibesiktningarna med inommiljöbesiktningar och enkäter till personalen. För den senare aktiviteten bestämdes att MM-enkäterna, som utvecklats vid Arbets- och miljömedicinska kliniken i Örebro, skulle användas. Dessa enkäter har använts i ett stort antal undersökningar de senaste 15 åren, varför omfattande referensmaterial finns tillgängliga. Dokumentation om hur enkäterna testats och använts i många olika studier finns upplagd på klinikens hemsida www.orebroll.se/amm. Såväl inommiljöbesiktningar som enkätundersökningar genomfördes under sensvåren 2006 på ett testurval av skolor och förskolor i Stockholm, men bland annat på grund av alltför sent igångsättande (maj/juni) önskade endast ett fåtal skolor och förskolor genomföra en enkätundersökning då.

Efter sommaren genomfördes det slutliga urvalet och såväl energi- som inommiljöbesiktningar påbörjades. Enkätundersökningarna kunde inte komma igång förrän i slutet av oktober eftersom man efterfrågar upplevelser under närmast föregående tremånadersperiod och man önskade ha med uppvärmningssäsongen. Dessutom skedde under hösten åtskilliga ändringar i urvalet på grund av att objekten inte uppfyllde de krav man ställde ur energisynpunkt. Det visade sig också vara svårt att hitta lämpliga kontaktpersoner lokalt. De kontaktpersoner som användes för övriga aktiviteter var inte personer med arbetsgivarens ansvar för skolpersonalen.

Erfarenheter från urvalet har sammanställts av Anders Göransson (Profu) och den visade att man för att uppnå önskade 129 besiktningar behövde använda 268 objekt (innefattande 102 övertäckningar och 37 bortfall) från en urvalsram på totalt 433 objekt. Detta innebär således att 30 % av den primära urvalsramen besiktigades. Av dessa har 105 objekt deltagit i enkätundersökningen och data föreligger därför från 68 skolor och 37 förskolor. I denna rapport redovisas utfallet från enkätundersökningarna för skolor och förskolor separat. Resultatet för de enskilda skolorna och förskolorna finns upplagda på databasen www.STIL2.se. I rapporten görs jämförelser med andra populationsundersökningar där samma enkäter använts. Skolmaterialet jämförs med en stor databas med data insamlade genom totalundersökningar i såväl storstad (Stockholm) som mindre kommuner under perioden 1998-2005. För förskolematerialet görs jämförelser med utfallet från liknande undersökningar i ett antal kommuner.

23.2 Syfte

Avsikten med rapporten är att ge en bild av hur inomhusklimatet upplevs av skolornas respektive förskolornas personal i det aktuella urvalet. Jämförelser görs mot valda referensmaterial. Resultatet redovisas för såväl hela individpopulationerna som på skolnivå för skolorvalet. Det senare krävs för sambandskorningar mellan enkätdata och energi- respektive inneklimatdata (som anges på skolnivå) inhämtade via besiktningar och för uppräknings till riksnivå.

24 Skoldatabasen

24.1 Urvalet

Av de utvalda 92 skolorna genomfördes enkätundersökningar i 68 skolor (74 %). Anledningen till att inte delta var framför allt att det inte var lämpligt att genomföra en enkätstudie på grund av pågående omorganisation, ombyggnader eller tidsbrist. Göteborgs kommun svarade för ett stort bortfall vilket torde kunna hänföras till att man där nyligen genomfört en liknande kartläggning. En skola hade en mycket låg svarsfrekvens och behandlas därför som bortfall.

24.2 Metodik

De använda enkäterna är benämnda MM040 NA Sp1. Enkäterna efterfrågar upplevelsen av skolmiljön, förekomst av symtom och deras eventuella relation till skolmiljön, hur den psykosocial arbetsmiljön upplevs samt vissa bakgrundsuppgifter. Basfrågorna är i hög utsträckning identiska mellan denna enkät och den enkät som användes för förskolepersonalen, varför jämförelser kan göras mellan hur skol- och förskolepersonalen upplever miljön på arbetsplatserna.

Enkäter, följebrev samt kuvert sändes till kontaktpersonen på skolan, som lämnade ut materialet till all personal. Sedan personalen besvarat enkäten stoppades den i kuvert som därefter förslöts. Via kontaktpersonen skickades kuverten därefter oöppnade till kliniken för bearbetning och analys. Inga namnuppgifter efterfrågades och undersökningen genomfördes därför anonymt. Sedan arbetet avslutats kommer enkäterna att destrueras på ett säkert sätt.

24.3 Beskrivning av skoldatabasen och tillhörande referensdatabas

Skoldatabasen innehåller enkätuppgifter för 1 965 skolpersonal, därav drygt 1300 förskollärare /lärare (68 %) från 68 skolor. Referensdatabasen innehåller enkätuppgifter insamlade i kommunvisa kartläggningar perioden 1998-2005 för 9 226 personal, varav ca. 5 900 förskollärare/lärare (64 %) från skolor där mer än 5 personer besvarat enkäterna (totalt 256 skolor).

A. Individdatabaserna

I tabell 1 redovisas några personkaraktäristika för såväl urvalspopulationen som referensmaterialet. Frekvensen av ”ofta besvärande” miljöfaktorer respektive ”ofta uppträdande” symtom redovisas i grafisk form i Figur 85, där också referensmaterialet för arbetsmiljöer utan kända klimatproblem redovisas (skuggat område i graferna). I Figur 86 redovisas också prevalensen av skolmiljörelaterade symtom. Överensstämmelsen mellan urvalspopulationen och referenspopulationen

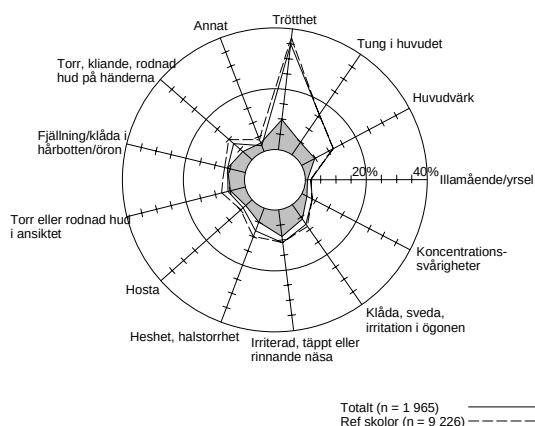
är mycket god vilket talar för att urvalet inte är särskilt ”snett”. Symtomen relateras i begränsad utsträckning till skolmiljön.

Tabell 52 Personkaraktäristika för urvalspopulationen och referenspopulationen.

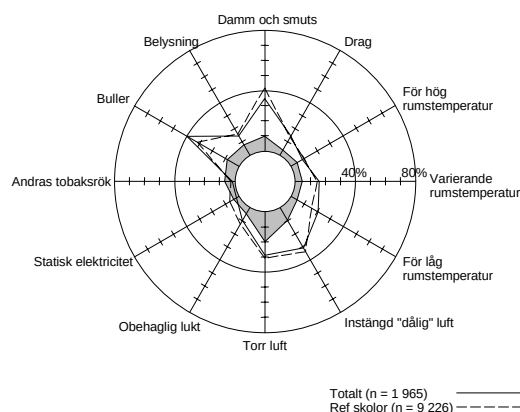
	Urvalspopulationen n= 1 965	Referenspopulationen N=9 226
kön (andel män %)	21	24
ålder (år, medel)	46	45
rökare (%)	10	15
andel allergiker [§] (%)	26	26

[§] har eller har haft astma eller hörsnuva

BESVÄR/SYMTOM (ja, ofta) %

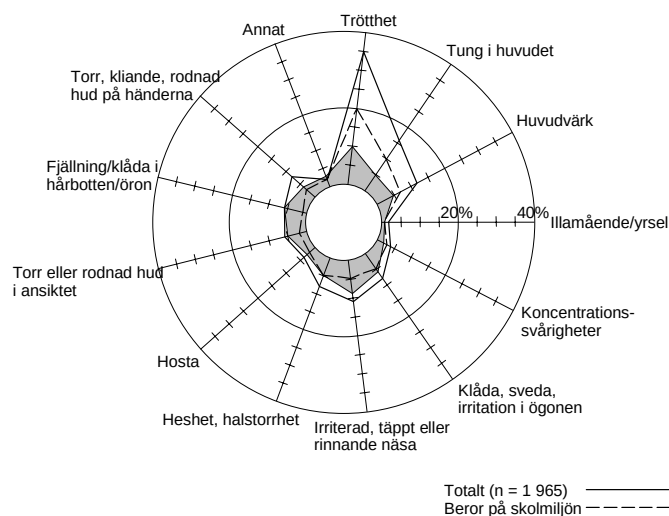


MILJÖFAKTORER (ofta besvärade) %



Figur 85 Prevalensen av ofta besvärade miljöfaktorer eller ofta uppträdande symtom för urvalspopulationen (heldragen linje) respektive referenspopulationen (streckad linje). Det skuggade området markerar utfallet för arbetsmiljöer (kontor och skolor/förskolor)

BESVÄR/SYMTOM (ja, ofta) %



Figur 86 Prevalensen av ofta uppträdande symtom för urvalspopulationen (heldragen linje) och dess uppgivna relation till skolmiljön (streckad linje). Det skuggade området markerar utfallet för arbetsmiljöer (kontor och skolor/förskolor) utan klimatproblem.

Nedan redovisas utfallet för ett antal enkätfrågor. Tillgängliga frågor framgår av den bifogade enkäten sist i rapporten. I vissa fall förekommer ja/nej- alternativ och då anges andelen ja-svar, i andra fall alternativen ”ja, ofta”, ”ja, ibland” respektive ”nej, aldrig” och då anges andelen ”ja, ofta” - svar. När 5-gradig skala användes (från ”mycket bra” till ”mycket dålig”) anges andelen som bejakat alternativet ”mycket dåligt” eller ”dåligt” (D).

Med hjälp av framtagna urvalsvikter kan utfallet omräknas till riksnivå. Resultatet därav visas i nedanstående tabell.

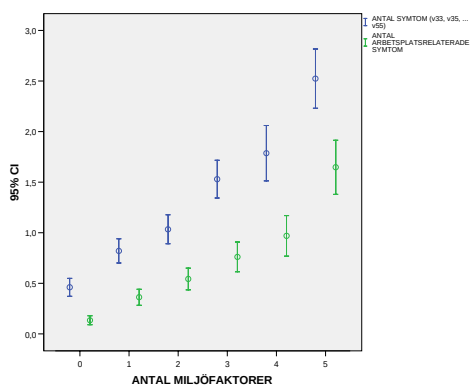
Tabell 53

	Urvals- populationen n= 1 965	Referens- populationen N=9 226	Uppräknat till riksnivå
Inre miljön			
allmänintryck (D)	15	21	16
tillgång till grupprum (D)	47	59	42
akustiken (D)	27	29	27
möjlighet till avskildhet (D)	42	52	38
arbetsutrymmena (D)	34	41	33
Temperaturförhållandena			
temperaturförhållandena (D)	31	33	31
kallt vintertid (%)	43	39	43
varmt sommartid (%)	40	39	41
Städningen			
otillräcklig städning (%)	33	42	35
dåligt utförd städning (%)	19	23	21

	Urvals populationen n= 1 965	Referens- populationen N=9 226	Uppräknat till riksnivå
Bullerförhållandena			
buller från ventilationen (%)	17	15	17
trafikbuller (%)	8	8	7
skrapljud från stolar (%)	29	20	30
högljudda elever (%)	59	48	61
Luftkvaliteten			
luftkvaliteten (D)	24	34	28
sämre luft på eftermiddagar (%)	25	26	26
sämre luft dubbelktioner (%)	20	23	21
lukter förekommer (%)	19	25	22
Det psykosociala klimatet			
psykosociala miljön (D)	11	20	14
arbetsmiljön ger trygghet (D)	11	18	10
oftast intressant och stimulerande (%)	83	80	85
oftast arbetsstress (%)	37	44	34
oftast påverka arbetet (%)	23	22	23
oftast socialt stöd i arbetet (%)	57	59	59

24.4 Hur beskriver man inomhusmiljön med ett enkelt mått?

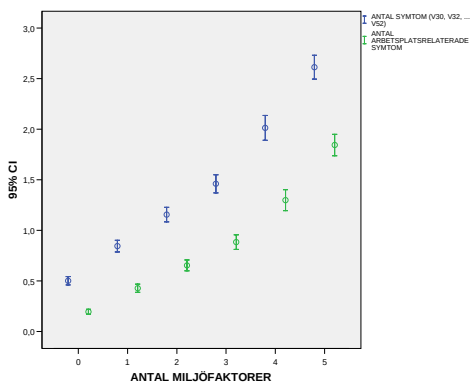
Upplevelsen av innemiljön påverkas av många faktorer, däribland såväl fysiska och psykosociala faktorer som varierande attityder och känslighet. Det är därför inte helt lätt att ange totalupplevelsen av en miljö på ett användningsfritt sätt. Samtidigt vore detta av värde när man önskar analysera utfallet från besiktningar och energistatus mot den upplevda skolmiljön. En möjlighet att ”validera” ett sådant totalmått skulle vara att jämföra mot ohälsoutfallet. Nedan redovisas ett sådant försök där antalet ofta besvärade faktorer jämförs mot antalet ofta uppträdande symtom respektive antalet ofta uppträdande miljörelaterade symtom för såväl urvalspopulationen (Figur 87) som referenspopulationen (Figur 88). Korrelationen mellan de olika ohälsomåtten är betydande, vilket framgår av Tabell 54 nedan.



		Korrelationskoefficienter		
		ANTAL SYMPTOM	ANTAL ARBETSPLATSRELATERADE SYMPTOM	ANTAL MILJÖFAKTORER
ANTAL SYMPTOM	Pearson Correlation	1	,743**	,414**
	Sig. (2-tailed)		,000	,000
	N	1965	1965	1965
ANTAL ARBETSPLATSRELATERADE SYMPTOM	Pearson Correlation	,743**	1	,372**
	Sig. (2-tailed)	,000		,000
	N	1965	1965	1965
ANTAL MILJÖFAKTORER	Pearson Correlation	,414**	,372**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	
	N	1965	1965	1965

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Figur 87 Relationen mellan rapporterade symtom, skolmiljörelaterade symtom och antalet upplevda miljöfaktorer för studiepopulationen.



		Korrelationskoefficienter		
		ANTAL SYMPTOM	ANTAL ARBETSPLATSRELATERADE SYMPTOM	ANTAL MILJÖFAKTORER
ANTAL SYMPTOM	Pearson Correlation	1	,774**	,422**
	Sig. (2-tailed)		,000	,000
	N	9226	9226	9226
ANTAL ARBETSPLATSRELATERADE SYMPTOM	Pearson Correlation	,774**	1	,403**
	Sig. (2-tailed)	,000		,000
	N	9226	9226	9226
ANTAL MILJÖFAKTORER	Pearson Correlation	,422**	,403**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	
	N	9226	9226	9226

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Figur 88 Relationen mellan rapporterade symtom, skolmiljörelaterade symtom och antalet upplevda miljöfaktorer för referenspopulationen.

Tabell 54 Korrelationskoefficienterna mellan antalet rapporterade miljöfaktorer och olika ohälsvariabler.

Korrelationskoefficienter		ANTAL SYMTOM	ALLMÄNNA SYMTOM	SLEMHINNE BESVÄR	HUDBESVÄR	ANTAL MILJÖFAKTORER
ANTAL SYMTOM	Pearson Correlation	1	,769**	,705**	,733**	,561**
	Sig. (2-tailed)		,000	,000	,000	,000
	N	68	68	68	68	68
ANTAL ARBETSPLATSRELATERADE SYMTOM	Pearson Correlation	,839**	,690**	,619**	,594**	,484**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	,000
	N	68	68	68	68	68
ALLMÄNNA SYMTOM	Pearson Correlation	,769**	1	,378**	,423**	,457**
	Sig. (2-tailed)	,000		,001	,000	,000
	N	68	68	68	68	68
SLEMHINNESYMTOM	Pearson Correlation	,705**	,378**	1	,460**	,368**
	Sig. (2-tailed)	,000	,001		,000	,002
	N	68	68	68	68	68
HUDBESVÄR	Pearson Correlation	,733**	,423**	,460**	1	,430**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000		,000
	N	68	68	68	68	68
ANTAL MILJÖFAKTORER	Pearson Correlation	,561**	,457**	,368**	,430**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,002	,000	
	N	68	68	68	68	68

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Detta utfall talar för att ”antalet ofta besvärade miljöfaktorer” skulle kunna användas som ett grovt totalmått vid ovan nämnda sambandsanalyser med data från besiktningarna.

B. Databasen på skolnivå

Den här redovisade skoldatabasen omfattar 68 skolor av urvalet på 92 skolor, vilket innebär ett bortfall på 26 %. Man kan tänka sig att inomskolan varierar mellan små och stora skolor liksom mellan äldre och modernare skolor. Korrelationen mellan skolans totalarea (m²), antalet anställda och antalet elever är hög (pearson´s koefficient 0,79-0,89) varför antalet anställda användes för att definiera storleken (högst 25, 26-60 respektive fler än 60 anställda). På motsvarande sätt indelas skolorna efter uppgiven ålder på huvudskolbyggnaden i tre åldersklasser, vilket redovisas närmare i Tabell 55 nedan.

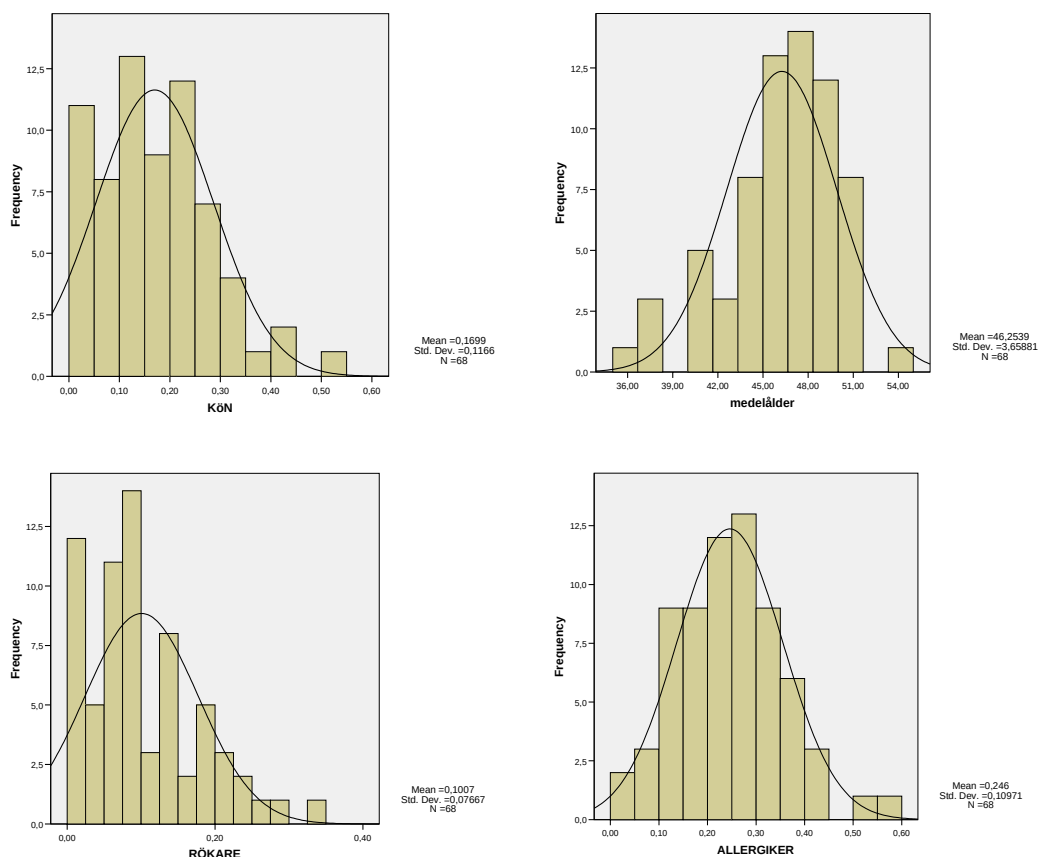
Tabell 55 Storleks- och ålderfördelning av urvalsskolorna.

	-1940	1941-1968	1969-	Totalt
1-25 anställda	10	6	6	22
26-60 anställda	5	9	10	24
61 - anställda	7	9	6	22
Totalt	22	24	22	68

I Tabell 56 redovisas statistiska data för olika individkaraktäristika för skolpersonalen. Spridningen mellan de enskilda skolorna är stor vilket framgår av nedanstående grafiska och tabellariska presentationer för såväl individkaraktäristika som övriga variabler (Figur 89 och Figur 90 samt Tabell 56 till Tabell 61). I Figur 90 redovisas fördelningarna enbart för ett urval av faktorerna. Man ser dock den stora spridningen mellan olika skolenheter med i vissa fall betydande skevheter, exempelvis för de psykosociala variablerna. Inom parantes anges det uppviktade medelvärdet.

Tabell 56 Statistiska data för olika individkaraktäristika för studiepopulationen. Värdena inom parantes anger medelvärden efter uppviktning.

Variabel	medelvärde	median	stand.dev.	minvärde	maxvärde
kön (andel män %)	17(16)	16	12	0	53
ålder (år)	46(46)	47	4	36	55
rökare (%)	10(10)	9	8	0	33
andel allergiker (%)	24(26)	24	11	0	58



Figur 89 Fördelning av faktorerna kön, ålder, allergistatus samt rökvanor för de olika skolorna.

Tabell 57 Andelen som "ofta (varje vecka)" besväras av olika inomhusmiljöfaktorer uttryckt i %. N=68. Värdena inom parantes anger medelvärden efter uppviktning.

Variabel	medelvärde	median	stand.dev.	minvärde	maxvärde
drag	15(15)	12	14	0	54
hög rumstemperatur	9(11)	7	11	0	50
varierande rumstemperatur	16(16)	14	12	0	70
låg rumstemperatur	19(20)	14	18	0	75
dålig luft	30(33)	27	21	0	100
torr luft	27(28)	28	15	0	60
obehaglig lukt	11(13)	8	11	0	55
statisk elektricitet	2(2)	0	3	0	14
andras tobaksrök	2(1)	0	3	0	14
buller	41(42)	37	19	10	88
belysning	13(12)	12	10	0	34
damm och smuts	32(36)	28	22	0	90
antal fysiska faktorer	2,2(2,3)	2,2	0,9	0,1	5,3

Tabell 58 Andelen personal som upplevt inomhusmiljöfaktorer som "dåliga" eller "mycket dåliga" (D) respektive rapporterat negativa faktorer uttryckt i %. N=68. Värdena inom parantes anger medelvärden efter uppviktning.

Variabel	medelvärde	median	stand.dev.	minvärde	maxvärde
Inre miljön					
allmänintryck (D)	16(16)	6	22	0	80
tillgång till grupprum (D)	44(42)	45	23	0	100
akustiken (D)	27(27)	24	18	0	100
möjlighet till avskildhet (D)	40(38)	37	22	0	100
arbetsutrymmena (D)	34(33)	28	24	0	100
Temperaturförhållandena					
temperaturförhållandena (D)	30(31)	27	21	0	86
kallt vintertid (%)	42(43)	37	25	0	100
varmt sommartid (%)	40(41)	36	19	0	88
Städningen					
otillräcklig städning (%)	32(35)	31	20	0	80
dåligt utförd städning (%)	17(21)	11	19	0	90
Bullerförhållandena					
buller från ventilationen (%)	18(17)	15	15	0	75
trafikbuller (%)	7(7)	3	9	0	49
skrapljud från stolar (%)	29(30)	28	16	0	75
högljudda elever (%)	58(61)	61	21	0	100
Luftkvaliteten					
luftkvaliteten (D)	27(28)	22	10	0	86
sämre luft på eftermiddagar (%)	25(26)	23	16	0	100
sämre luft dubbellektioner (%)	20(21)	18	15	0	88
lukter (%)	20(22)	17	14	0	64

Tabell 59 Andelen personal som upplevt vissa miljöförhållanden som "dåliga" eller "mycket dåliga" (D) respektive besvarat alternativet "ofta" uttryckt i %. N=68. Värdena inom parantes anger medelvärden efter uppviktning.

Variabel	medelvärde	median	stand.dev.	minvärde	maxvärde
psykosociala miljön (D)	13(14)	7	14	0	45
arbetsmiljön ger trygghet (D)	11(10)	6	15	0	83
oftast intressant och stimulerande (%)	84(85)	85	10	50	100
oftast arbetsstress (%)	33(34)	31	16	0	69
oftast påverka arbetet (%)	24(23)	22	15	0	71
oftast socialt stöd i arbetet (%)	60(59)	60	17	9	100

Tabell 60 Andelen som "ofta (varje vecka)" upplever symtom enligt nedan uttryckt i %. N=68. Värdena inom parantes anger medelvärden efter uppviktning.

Variabel	medelvärde	median	stand.dev.	minvärde	maxvärde
trötthet	34(35)	33	12	0	60
tunghetskänsla i huvudet	15(16)	14	10	0	57
huvudvärk	11(11)	10	8	0	38
illamående, yrsel	2(2)	0	3	0	13
Koncentrations-svårigheter	4(5)	2	5	0	17
ögonsymtom	8(8)	8	7	0	36
nässymtom	11(11)	11	7	0	43
halssymtom	8(8)	7	8	0	43
hosta	4(4)	3	4	0	17
torr hud i ansiktet	6(7)	5	8	0	50
fjällning	6(6)	5	6	0	29
torr hud på händerna	7(6)	7	6	0	30

Tabell 61 Andelen som "ofta (varje vecka)" upplever symtom enligt nedan och som hänför dessa till skolmiljön (uttryckt i %). N=68. Värdena inom parantes anger medelvärden efter uppviktning.

Variabel	medelvärde	median	stand.dev.	minvärde	maxvärde
trötthet	19(20)	18	10	0	44
tunghetskänsla i huvudet	9(10)	8	8	0	43
huvudvärk	6(7)	6	6	0	23
illamående, yrsel	0(1)	0	1	0	6
koncentrationssvårigheter	2(3)	0	4	0	17
ögonsymtom	5(5)	3	6	0	29
nässymtom	5(6)	4	6	0	25
halssymtom	5(5)	3	6	0	29
hosta	2(2)	0	3	0	13
torr hud i ansiktet	2(2)	0	4	0	20
fjällning	1(1)	0	2	0	8
torr hud på händerna	3(3)	2	4	0	20

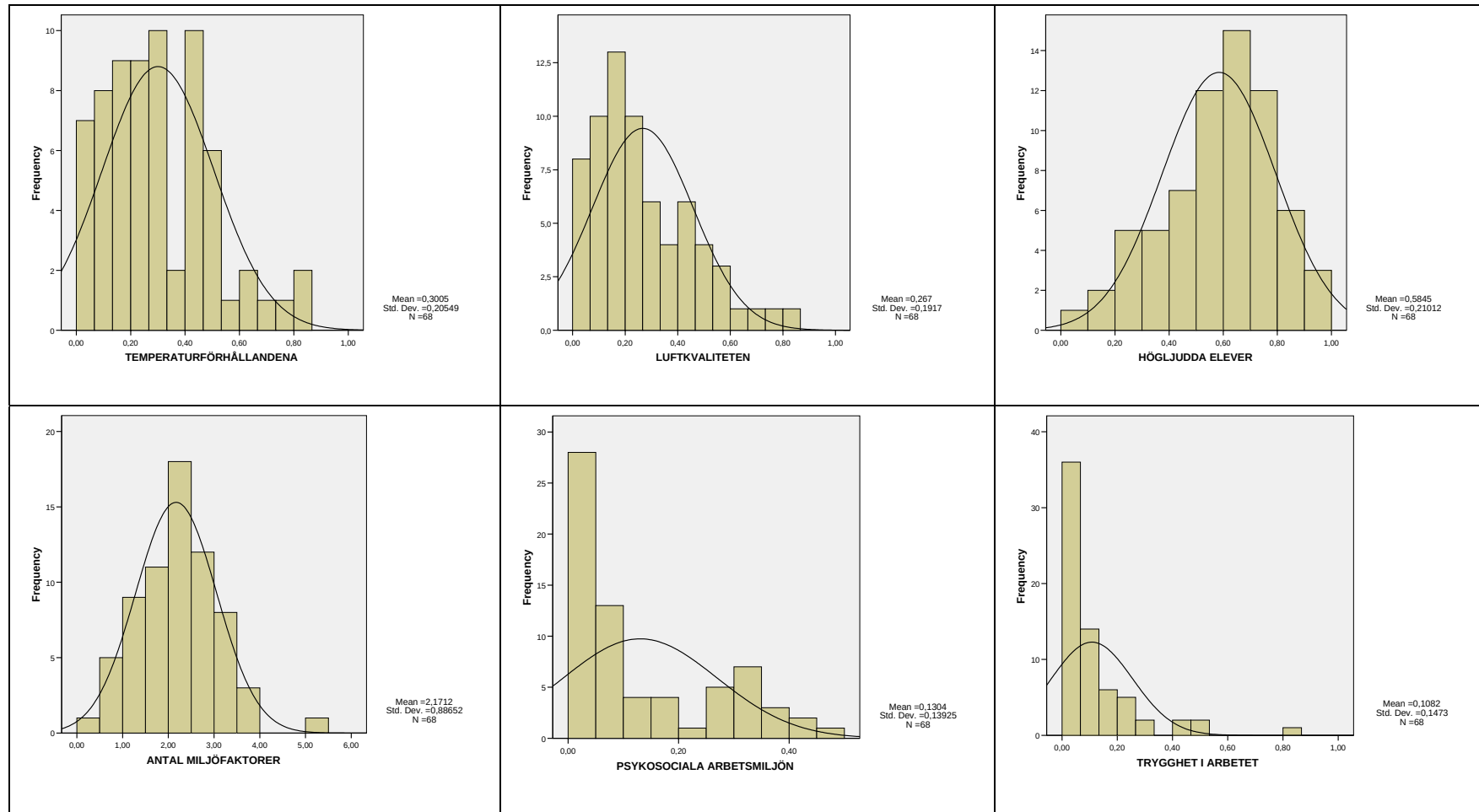
Tabell 62 Andelen personal som "ofta (varje vecka)" upplever symtom (uttryckt i %). N=68. Värdena inom parantes anger medelvärden efter uppviktning.

Variabel	medelvärde	median	stand.dev.	minvärde	maxvärde
antal symtom	1,2(1,2)	1,1	0,5	0,3	2,5
antal arbetsrelaterade symtom	0,6(0,6)	0,6	0,4	0	1,7
allmänsymtom*	37(38)	37	12	13	62
slemhinnesymtom**	20(20)	20	10	0	57
hudsymtom***	14(13)	14	10	0	50

* Minst ett av symtomen trötthet, tunghetskänsla i huvudet, huvudvärk, yrsel samt koncentrationssvårigheter.

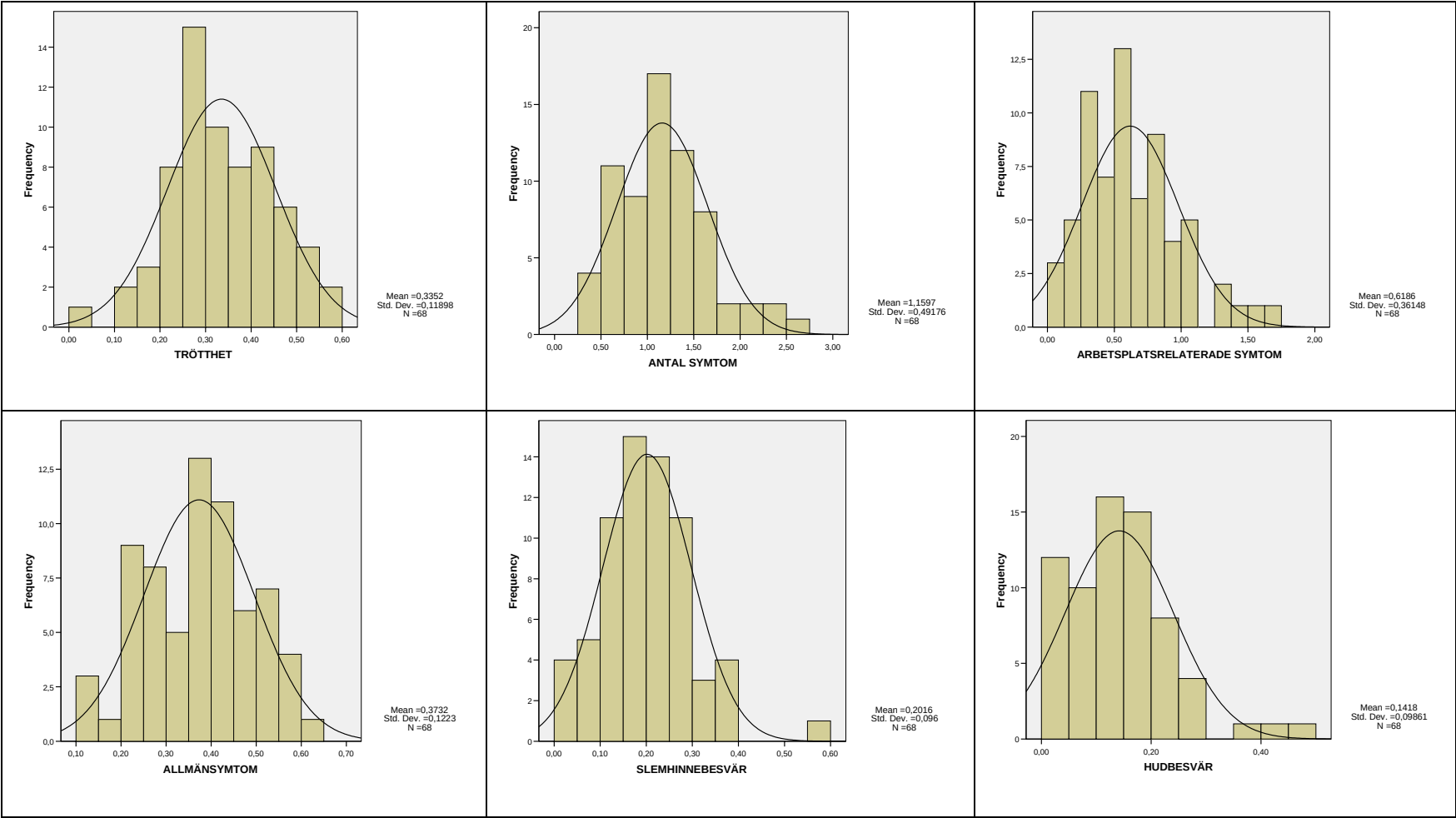
** Minst ett av symtomen ögonbesvär, näsbesvär, torr hals eller hosta.

*** Minst ett av hudsymtomen



Figur 90 Fördelningen av vissa faktorer och symptom för de 68 skolorna i databasen.

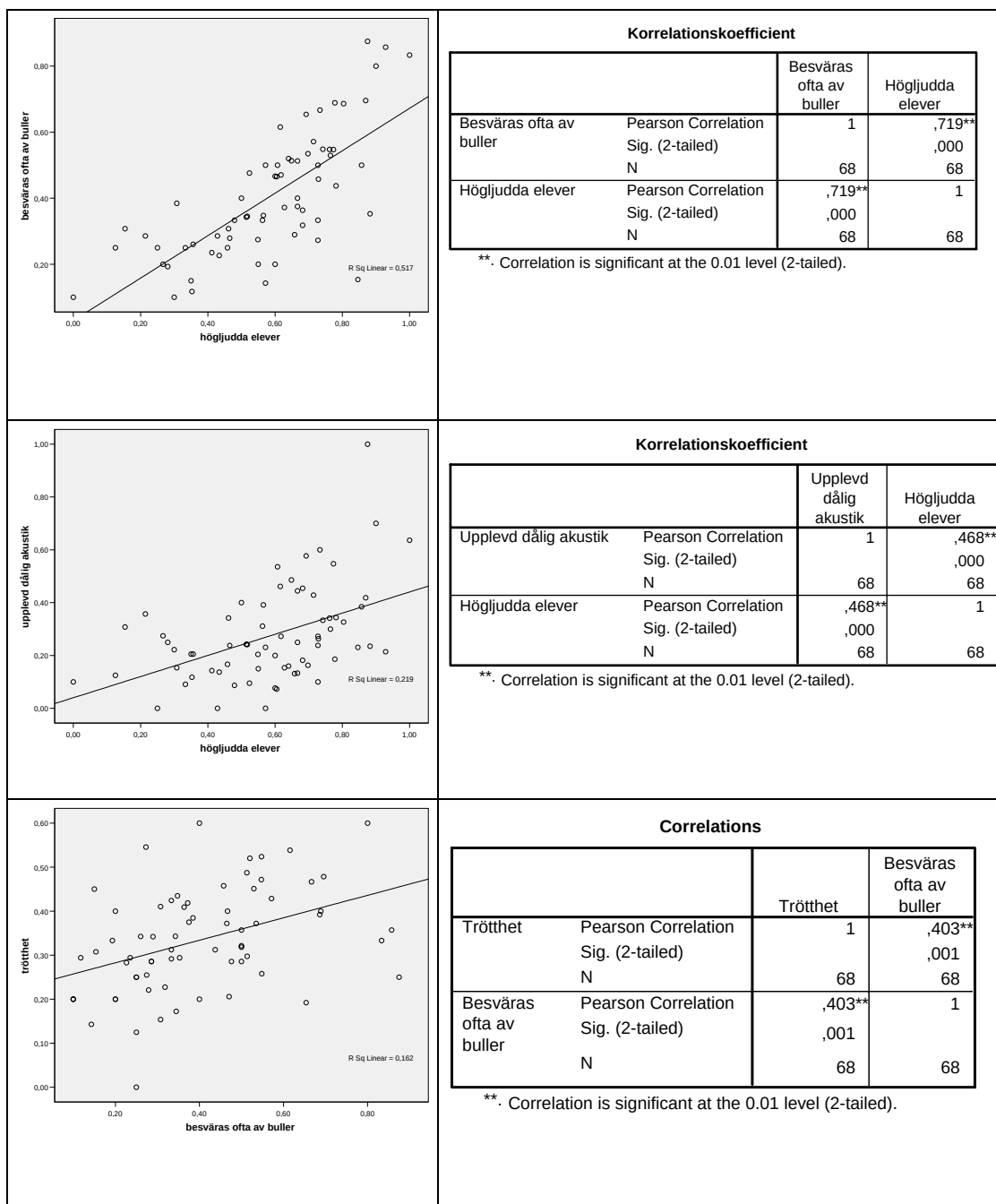
Figur 90 forts



24.5 Analyismöjligheter

Vid fördjupade analyser inom STIL-2 projektet kommer man att söka samband mellan enkätuppgifter samt uppgifter från energi- och inommiljöbesiktningarna. Dessa analyser genomförs på aggregerad nivå, dvs. skolornivå, och redovisas i huvudrapporten till STIL-2 projektet.

Man kan naturligtvis göra analyser mellan olika enkätdata på såväl individnivå som den aggregerade skolornivån. Nedan redovisas som exempel relationen mellan olika enkätfrågor relaterade till bullerstörningar på aggregerad nivå (Figur 91). Korrelationen är hög mellan ofta besvärade buller och högljudda elever men också mellan upplevt dålig akustik i skollokaler och högljudda elever. Korrelationen mellan högljudda elever och rapporterad trötthet är inte lika hög även om den uppnår statistisk signifikans. En orsak är naturligtvis att upplevd trötthet inte enbart kan kopplas till högljudda elever i den komplexa arbetsmiljö som skolorn utgör.



Figur 91 Korrelationer mellan olika enkätvariabler kring buller.

25 Förskoledatabasen

25.1 Urvalet

Av de utvalda 40 förskolorna genomfördes enkätundersökningar i 37 förskolor, vilket motsvarar en svarsfrekvens på 93 %. Då förskoleskolorna är små och har ett begränsat antal anställda görs ingen uppräknings till riksnivå med hjälp av tillgängliga viktningsfaktorer.

25.2 Metodik

De använda enkäterna är benämnda MM040 NA Sp2. Enkäterna efterfrågar upplevelsen av förskolemiljön, förekomst av symtom och deras eventuella relation till förskolemiljön, hur den psykosocial arbetsmiljön upplevs samt vissa bakgrundsuppgifter.

Basfrågorna är i hög utsträckning identiska mellan denna enkät och den enkät som användes för skolpersonalen, varför jämförelser kan göras mellan hur skol- och förskolepersonalen upplever miljön på arbetsplatserna. I bilaga till denna rapport visas använda enkäter.

Enkäter, foljebrev samt kuvert sändes till kontaktpersonen på förskolan, som lämnade ut materialet till all personal. Sedan personalen besvarat enkäten stoppades den i kuvert som därefter förslöts. Via kontaktpersonen skickades kuverten därefter öppnade till kliniken för bearbetning och analys. Inga namnuppgifter efterfrågades och undersökningen genomfördes därför anonymt. Sedan arbetet avslutats kommer enkäterna att destrueras på ett säkert sätt.

25.3 Beskrivning av förskoledatabasen

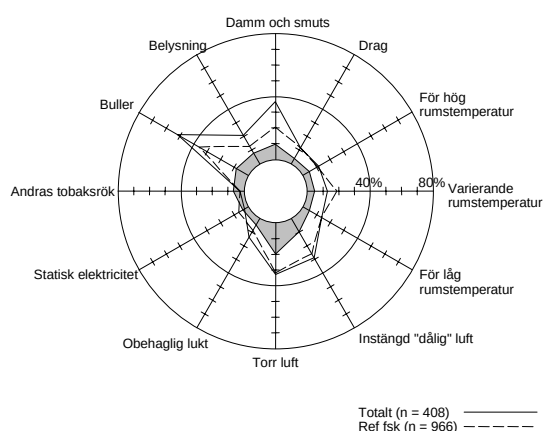
Databasen innehåller enkätuppgifter för 408 förskolpersonal (svarsfrekvens 75 %) från 37 förskolor. Referensdatabasen, innehåller enkätuppgifter insamlade i kommunvisa kartläggningar av förskolor från en handfull kommuner och innehåller uppgifter för 966 förskolepersonal.

I tabell 64 redovisas några personkaraktäristika för såväl studiepopulationen som jämförelsematerialet. Frekvensen av ofta besvärade miljöfaktorer respektive ofta uppträdande symtom redovisas i grafisk form i figur 92 tillsammans med ett referensmaterialet. I figur 93 visas utfallet för urvalspopulationen vad avser symtomförekomsten relaterad till förskolemiljön.

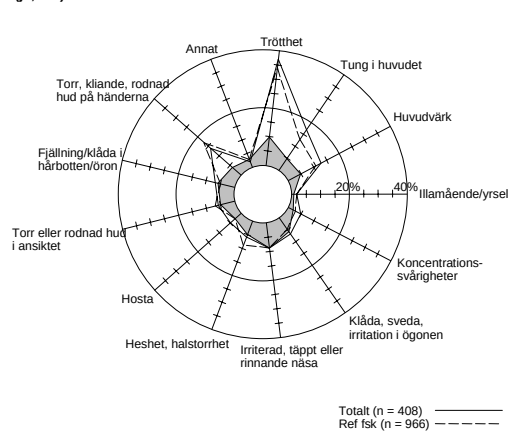
Tabell 63 Karaktäristika för förskolepersonalen samt referensmaterialet. Tabellvärdena anges i procent.

Antal	Urvalpopulationen 408	Referenspopulationen 966
Andel män	3	2
Rökare	16	17
Astmabesvär	15	15
Hösnuva	21	20
Eksem	23	26

MILJÖFAKTORER
(ofta besvärad) %

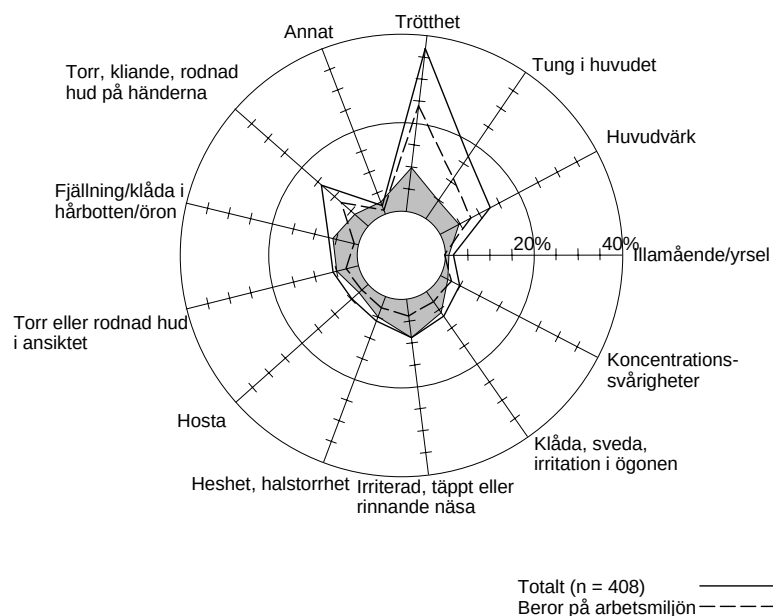


BESVÄR/SYMTOM
(ja, ofta) %



Figur 92 Prevalensen av ofta besvärande miljöfaktorer eller upplevda symtom för studiepopulationen (heldragen linje) respektive referenspopulationen (streckad linje). Det skuggade området markerar utfallet för arbetsmiljöer (kontor och skolor/förskolor) utan klimatproblem.

BESVÄR/SYMTOM (ja, ofta) %



Figur 93 Prevalensen av ofta uppträdande symtom för urvalspopulationen (heldragen linje) och dess uppgivna relation till skolmiljön (streckad linje). Det skuggade området markerar utfallet för arbetsmiljöer (kontor och skolor/förskolor) utan klimatproblem.

Personalen vid urvalsskolorna klagar i något större utsträckning på buller, belysning samt damm och smuts än vad som gäller för referensskolorna men små skillnader ses i symtomrapporteringen.

25.3.1 Exempel på andra frågor:

I Tabell 64 nedan redovisas utfallet för urvalsdatabasen och referensdatabasen. Tidigare fynd verifieras, d.v.s. man klagar vid urvalsskolorna mer på städningen, bullerförhållandena (dålig akustik/högljudda barn) och också lukter jämfört med referensskolorna.

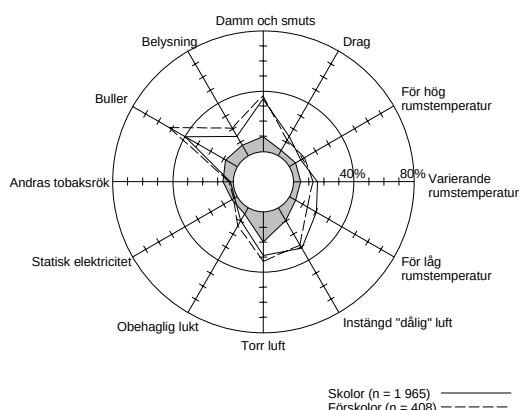
Tabell 64 Upplevelsen av förskolemiljön med mer detaljerade frågor. Tabellvärdena anges i procent.

<i>Antal</i>	Urvalets förskolor 408	Referens förskolor 966
Temperaturförhållandena		
temperaturförhållandena (D)	22	26
kallt vintertid (%)	35	34
varmt sommartid (%)	26	21
Städningen		
otillräcklig städning (%)	36	26
dåligt utförd städning (%)	25	10
Bullerförhållandena		
buller från ventilationen (%)	21	18
trafikbuller (%)	5	2
dålig akustik (%)	23	15
högljudda barn (%)	76	60
Luftkvaliteten		
luftkvaliteten (D)	25	25
sämre luft på eftermiddagar (%)	26	28
lukter förekommer (%)	30	22
Psykosociala klimatet		
oftast intressant och stimulerande (%)	84	80
oftast arbetsstress (%)	30	26
oftast påverka arbetet (%)	26	29
oftast socialt stöd i arbetet (%)	69	75

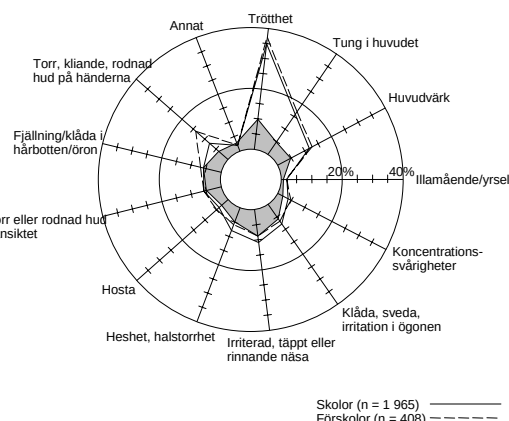
25.3.2 Jämförelse mellan skolor och förskolor

En grov jämförelse mellan ofta besvärade miljöfaktorer och ofta förekommande symtom redovisas i Figur 94 nedan för såväl skolor som förskolor. Personalen inom förskoleverksamheten klagar något mer på buller och belysning medan skolpersonalen besväras något mer av låg rumstemperatur. De senare klagar något mindre på torra händer men för övrigt ses små skillnader i symtombilderna.

MILJÖFAKTORER (ofta besvärat) %



BESVÄR/SYMTOM (ja, ofta) %



Figur 94 Prevalensen av ofta besvärande miljöfaktorer eller upplevda symtom för skolpopulationen (heldragen linje) respektive förskolepopulationen (streckad linje). Det skuggade området markerar utfallet för arbetsmiljöer (kontor och skolor/förskolor) utan klimatproblem.

25.4 Kommentarer, diskussioner och slutsatser

Bortfallet är relativt stort för skolorna (26 %) men litet för förskolorna (7 %). En viktig orsak till skolbortfallet är framför allt pågående aktiviteter eller nyligen genomförda arbetsmiljökartläggningar, exempelvis i Göteborgs kommun. Jämförelser med utfallet från tidigare kommunvisa kartläggningar med samma instrument visar mycket påtagliga likheter, varför det är rimligt att anta att här redovisat resultat ger en acceptabel bild av hur inomhusklimatet i svenska skolor och förskolor upplevs. Uppviktning till riksnivå medför små skillnader vilket ytterligare stöder denna slutsats.

De använda MM-enkäterna för skolpersonal och förskolepersonal är identiska vad avser flertalet frågor varför jämförelser kan göras. Såväl personal i skolor som förskolor besvaras framför allt av instängd, dålig luft, temperaturförhållandena, buller och bristande städning. Högljudda elever utgör en väsentlig bullerkälla, men klagomål förekommer också på bullerstörningar från ventilation och biltrafik. Personalen rapporterar förekomst av ofta förekommande allmänsymtom, främst trötthet och tungthetskänsla i huvudet men endast i liten utsträckning besvärande slemhinne- eller hudsymtom. De senare relateras i liten utsträckning till de aktuella miljöerna. Personal inom förskoleverksamheten rapporterar i högre utsträckning besvär av torr och rodnad hud på händerna, som rimligen väsentligen kan hänföras till verksamheten som sådan.

Vid sambandsanalyser mellan upplevd inomhusmiljö och besiktningsdata för inomhusmiljö och energi gäller det att hitta ett övergripande mått på det upplevda inomhusklimatet. Antalet ofta besvärande miljöfaktorer tycks vara ett rimligt mått, eftersom det korrelerar relativt starkt till antalet upplevda symtom i olika konstellationer.

Bilaga 1 Urval av skolor och förskolor

Introduktion

Detta kapitel beskriver urvalsförfarandet för andra etappen av STIL2, som omfattar skolor, samt bakgrunden till valet av Företagsregistret som urvalsram. Dessutom beskrivs de vikter som tagits fram för skattning av resultaten till riksnivå.

Val av urvalsram

I uppläggningsen av STIL2 var ursprungstanken att varje års undersökning, till exempel av undervisningslokaler, skulle vara en fördjupning av exakt det som heter "Undervisning" i SCBs årliga energistatistik för lokaler. Man skulle därmed få en mängd detaljer om elanvändning etc för just det bestånd av undervisningslokaler som redovisas i SCBs SM²⁴ om lokaler. Därmed var det tämligen givet att urvalet av besiktningsobjekt skulle dras bland de enkätsvar som kommit in i SCBs energistatistikundersökning (och som normalt omfattar en taxeringsenhet). Denna princip styrde arbetet i första etappen med kontor.

I nuvarande etapp 2 har detta upplägg omvärderats. Vad som i SCB-statistiken benämns "Undervisning" avgörs av hur den svarande klassar sina lokaler på enkätblanketten. Därmed kommer en hel del som i förstone inte uppfattas som skolor (administrationskontor, laboratorier) att ingå.

Efter diskussioner inom STIL2s arbetsgruppen har vi valt att hellre fokusera mer distinkt och snävt på "skolor" så som ordet mer normalt uppfattas. Undersökningens resultat blir därmed mer matnyttigt i praktiskt arbete, och dess specifika förbrukningar i kWh/m² skulle till exempel kunna motsvara en kategori "skolor" i energideklarationer. Kopplingen till SCB-statistikens "undervisning" blir dock mer oklar. Arbetsgruppen beslöt också att av resursskäl utesluta de tämligen heterogena högskolelokaler. Kvar blir kategorierna "förskolor" och "skolor" (grundskolor och gymnasier).

Att använda enkätsvaren som urvalsram är därmed inte längre aktuellt, eftersom där inte finns någon uppgift huruvida det är förskola, grundskola, gymnasium, högskola eller annat. I samråd mellan SCB, Energimyndigheten och Boverket var tanken då först att dra urvalet ur fastighetstaxeringsregistret. Efter kontroller visade det sig dock omöjligt att urskilja förskolor i taxeringsregistret (på grund av att förskolor har samma typkod som sjukhus etc).

Därför valdes till slut Företagsregistret på SCB som urvalsram. Det innefattar också nivån "arbetsställen", som är en geografiskt samlad arbetsplats såsom en

²⁴ SM = SCBs Statistiska Meddelanden

skola eller ett skolområde, och därmed lämpligt som urvalsenhet. Företagsregistret är väl à jour-hållet, och innehåller namn- och adressuppgifter, antal anställda etc samt SNI-koder, även på varje arbetsställe. Med hjälp av den 5-ställiga SNI-koden kan man särskilja önskade skolor och förskolor på ett bra sätt.

Observera att undersökningens syfte, trots reviderat upplägg, fortfarande är att göra en statistiskt korrekt urvalsstudie, som ger en total skattning som beskriver hela det svenska beståndet av skolor och förskolor.

Undersökningspopulation

Undersökningen beslöts omfatta arbetsställen med följande SNI-koder:

- **80101** Förskoleutbildning (förskolor, ej dagmammor eller fritidshem)
Förberedande utbildning inför grundskolan – vanligtvis förskolor, daghem eller särskilda enheter inom grundskolan, som i första hand syftar till att vänja mindre barn vid en skolliknande miljö. Omfattar även: dagbarnvård av barn och ungdomar med funktionshinder som är integrerade i reguljär förskoleverksamhet.
- **80102** Grundskoleutbildning och förskoleklass (ej särskola)
Utbildning i grundskolan år 1-9, inklusive sameskola, specialskola, utlandsskola, fristående skola för skolpliktiga elever. Även förskoleklass för 6-åringar.
- **80210** Gymnasieutbildning (ej yrkesutbildning, ej vuxenutbildning)
Gymnasial utbildning som ger allmän behörighet till universitet och högskola: gymnasieskolans studieförberedande linjer.
- **80211** Gymnasial yrkesutbildning mm
Teknisk och yrkesorienterad utbildning på gymnasienivå, utformad som program med tyngdpunkt på viss ämnesinriktning. Undervisningen ger både teoretiska och praktiska färdigheter och innebär vanligtvis en förberedande utbildning för specifika yrken (till exempel frisörutbildning och kockutbildning på gymnasienivå).

Dessutom gäller i STIL2-projektet följande villkor för vilka objekt som skall undersökas:

- Det skall finnas minst 200 m² pågående verksamhet med skola eller förskola.
- Denna verksamhet skall omfatta minst 80 % av byggnaden den ligger i.
- Ett helt års mediastatistik med nuvarande installationer och verksamhet bör finnas.
- Nuvarande verksamhet skall fortsätta under hela undersökningsperioden (till och med hösten 2006).
- Byggnader med vidareleverans av värme eller el till andra byggnader ska undvikas.
- Byggnader med många hyresgäster som har egen avläsning av el (säg 12-15 st) bör undvikas (detta kriterium bedöms vara mycket sällsynt för de aktuella skolorna).

Villkoren är till för att undanta alltför små och alltför heterogena objekt, liksom objekt där det blir extra svårt att få fram energiuppgifter med tillräcklig kvalitet. Dessa villkor användes och finslipades redan under Etapp 1 av STIL2-projektet (kontor och förvaltningsbyggnader, som undersöktes 2005).

Antal objekt

Målsättningen har varit att såväl energiinventering, inomhusmiljöinventering som inomhusmiljöenkätundersökning ska genomföras för alla de skolor och förskolor som ingår i studien. Totalt har energiinventeringar genomförts på de 129 skolor och förskolor och inomhusmiljöinventeringar har genomförts i 131 skolor och förskolor. 128 av dessa var identiska med de skolor/förskolor som energiinventerades. Bortfallet för inomhusmiljöenkäterna har varit större, totalt har svar på enkäterna erhållits från personal i 105 skolor och förskolor.

Målet för antalet genomförda besiktningar bestämdes till 130 stycken. Antalet valdes dels efter den budget som finns för projektets genomförande, dels efter bedömning från SCB av hur många som behövs för tillräcklig precision i skattningar. Ursprungligen var målet att göra cirka 170 besiktningar av undervisningslokaler, men eftersom högstskolor utesluts har antalet bedömts kunna reduceras. Fördelningen på skolor och förskolor har satts till 2/3 skolor och 1/3 förskolor, valt ungefärligt efter deras bedömda andel av area och elanvändning i totala beståndet.

För att klara bortfall och övertäckning, har SCB dragit ett bruttourval med över 400 objekt, se mer om detta nedan. Ett stort arbete har lagts på att få fram önskat antal objekt enligt kraven; bortfall i slutet har dock gjort att det verkliga antalet genomförda energibesiktningar stannat vid 129 stycken respektive 131 inomhusmiljöinventeringar.

Urvalets genomförande

Urvalet från SCBs Företagsregister gjordes som ett tvästegsurval:

- Steg 1:** Urval av kommuner (21 stycken bland alla 290)
- Steg 2:** Urval av skolor och förskolor i de utvalda kommunerna (målet var att genomföra besiktningar i 130 objekt)

Steg 1: Listan över kommuner stratifierades efter temperaturzon och H-region (se exempelvis SCB-publikationen ”MIS 2005:2, Geografin i statistiken – regionala indelningar i Sverige” för en närmare beskrivning av indelningen). Vissa H-regioner slogs samman så att sammanlagt 11 strata bildades. Bland dessa drogs 21 kommuner med sannolikheten proportionell mot ett storleksmått (så kallat Pareto π ps-urval²⁵). Att de 21 kommunerna trots allt drogs bland ett relativt stort

²⁵ Metodiken för Pareto π ps-urval finns bl.a. beskriven i R&D Report 2000:2 "On inclusion probabilities and estimator bias for Pareto π ps sampling" (Nibia Aires och Bengt Rosén) sid. 1-2 och

antal strata var en kompromiss mellan att ha en effektiv urvalsdesign och ändå att med säkerhet erhålla objekt från de flesta kombinationer av temperaturzon och H-region.

Storleksmåttet bildades genom att multiplicera inversen av en på förhand uträknad resekostnadsfaktor med andelen invånare i kommunen (i förhållande till Stockholms kommun). Resekostnadsfaktorn avspeglar att det är dyrare att välja objekt i en till ytan sett stor kommun som ligger långt från Stockholm eller Gävle (utgångspunkten för de personer som ska utföra mätningarna på de utvalda skolorna).

Dessutom ville man ha en större sannolikhet för stora kommuner att bli utvalda. För att andelen invånare ej skulle få för stor betydelse drogs roten ur andelen. Storleksmåttet beräknades således som:

$$\text{Storleksmätt} = \frac{1}{\text{Resekostnadsfaktor}} \sqrt{\frac{\text{Antalet invånare i kommunen}}{\text{Antalet invånare i Stockholms kommun}}}$$

Resekostnadsfaktorn per kommun avspeglar den totala kostnaden för en besiktning (besiktningsskostnad plus rese- och uppehållskostnader), framtagen med antagandet att besiktningspersonen utgår från Stockholm eller Gävle, lägger upp arbetet på ett visst sätt (fyller en hel vecka med arbete i samma område), samt åker bil och ibland flyg, med en bedömning av vad som verkar mest realistiskt per kommun i Sverige. Faktorn varierar från 1,00 för Stockholm och Gävle till 1,38 för Jokkmokk och Pajala, och 1,37 för Arjeplog.

Följande 21 kommuner drogs:

- | | | |
|-------------|--------------|-------------|
| • Arjeplog | • Kinda | • Piteå |
| • Askersund | • Kramfors | • Sjöbo |
| • Avesta | • Lerum | • Stockholm |
| • Eslöv | • Lund | • Strömstad |
| • Gävle | • Malmö | • Torsås |
| • Göteborg | • Mörbylånga | • Täby |
| • Haninge | • Norrköping | • Vetlanda |

Steg 2: Ett urval av skolor och förskolor drogs sedan från respektive kommun ur Företagsregistret²⁶. Skolorna definierades som arbetsställen med SNI-koder 80101 (förskola), 80102 (grundskola), 80210 (allmänt gymnasium) samt 80221 (yrkesinriktat gymnasium). Skolorna stratifierades inom respektive kommun i två grupper;

också i R&D Report 2000:6 "A user's guide to Pareto π ps sampling" (Bengt Rosén). Dessa rapporter är utgivna av SCB

²⁶ Ett antal pilotobjekt undersöktes först i Stockholm, och de drogs då från Fastighetstaxeringsregistret. De ingår i underlaget för totalskattningen. Vikter för dessa, se avsnitt Vikter för totalskattning.

förskolor respektive övriga. Det bestämdes av projektledningen att cirka 1/3 av urvalet skulle utgöras av förskolor. Därefter drogs respektive skoltyp ungefär proportionellt mot dess antal i urvalsramen, dock med visst minimiantal av objekt där det var möjligt. Urvalet drogs som OSU inom strata.

I praktiken användes listor med skolorna sorterade slumpvis inom strata. Därefter togs önskat antal. Först användes en lista av 300 skolor och kontakter med objekten påbörjades under andra halvan av april 2006. På grund av oväntat stor övertäckning i Stockholms stad lades ytterligare 30 förskolor till i juni 2006. Under det fortsatta arbetet visade sig övertäckningen vara stor i ytterligare 7 kommuner, och för dessa gjorde SCB tilläggsurval. Tilläggsurvalen gjordes på så sätt att man tog ytterligare objekt från urvalsramen i vilken objekten från början var slumpmässigt sorterade.

Utskick och praktisk hantering av objekten

Den första omgången utskick för utvalda arbetsställen skedde med brev i mitten av april 2006. Brevet var riktat till det företag som står för arbetsstället, och innehöll förtryckta svarsblanketter med de utvalda arbetsställena. I brevet efterfrågades kontaktpersoner för dels en innemiljöenkät, dels för frågor om energi och fastighetsdrift. För att säkerställa att brevet inte skulle hamna anonymt i en stor organisation (till exempel en kommun), så gjorde STIL2s projektadministration på ÅF före utskicket ett arbete med att ringa upp och ta reda på lämpliga mottagande personer inom organisationen, till vilka utskicket adresserades.

Inom projektadministrationen på ÅF har också funnits en organisation för att svara på frågor, och påverka de utvalda till att medverka. Bortfallet genom vägran är endast 5 objekt. Denna organisation har också stämt av att objekten uppfyller villkoren (av typ minst 200 m² eller i byggnad med minst 80 % skolor). Övertäckningen har blivit stor, vilket var väntat. För att hantera detta på ett praktiskt och kontrollerat sätt, har SCB levererat urvalet med ett åsatt ordningstal, så att ÅF kunnat gå vidare till nästa levererade objekt, om ett objekt bortfallit på grund av övertäckning.

För att hantera uppkommande frågor av statistisk natur (huruvida ett objekt tillhör populationen etc) har det funnits en särskild ordning. Anders Göransson har varit tillgänglig för de ansvariga på ÅF och kunnat tolka villkoren löpande. För svårare frågor har samråd skett med Pär Brundell på SCB.

Objektets omfattning, eventuellt Steg 3

Målsättningen i inventeringarna av skolor och förskolor är att *hela* det utvalda arbetsstället skall besiktigas och beskrivas vad gäller energiförhållanden, elanvändning, innemiljö etc. Alltså hela den skolbyggnad, eller de skolbyggnader som ingår i arbetsstället. Om det finns flera byggnader har de ofta en gemensam leveranspunkt för el liksom för värme. Med erfarenheter från Etapp 1 har ÅF funnit, att det brukar vara mer rationellt att då besiktiga alla byggnader, istället för att

besiktiga en och försöka uppskatta hur mycket av den uppmätta energin som avser den byggnaden.

Det är alltså inte så ofta man behöver gå vidare med ett Steg 3 i urvalet, alltså att undersöka bara *en del* av det utvalda arbetsstället. Men i de fall besiktningsmännen funnit detta bäst, har hanteringen varit följande:

Steg 3: Om det utvalda arbetsstället är för stort eller i övrigt helt olämpligt för att man skall kunna göra en energimässigt bra beskrivning, så har besiktningen fått omfatta bara en del av arbetsstället. Riktlinjer för när och hur detta får ske har angivits centralt av STIL2s projektledning. Då noteras dels arean för den besiktigade delen, dels arean för hela arbetsstället. Kvoten mellan totala och besiktigade areorna används sedan som vikt i skattningen.

Vikter för totalskattning

Skattningen har gjorts med hjälp av produkten av de tre vikterna för Steg 1, 2 och 3.

Vikt Steg 1: Vikten per kommun finns i tabellen nedan, tillsammans med några andra data om de 21 kommunerna:

Tabell 65 De 21 dragna kommunerna. Vikter och andra data.

Kommun	Kommun kod	Folkmängd	Temp-zon	H-region	Stratum	Reskost-nadsfaktor	Vikt Steg 1
Haninge	0136	71 355	3	H1	3H1	1,038	9,096
Täby	0160	60 422	3	H1	3H1	1,038	9,885
Stockholm	0180	765 044	3	H1	3H1	1,000	1,000
Kinda	0513	9 953	3	H6	3H6	1,220	6,973
Norrköping	0581	124 410	3	H3	3H5	1,198	10,945
Vetlanda	0685	26 531	3	H4	3H5	1,230	24,347
Torsås	0834	7 263	3	H4	3H5	1,313	49,642
Mörbylånga	0840	13 403	4	H5	4H5	1,313	19,105
Sjöbo	1265	17 404	4	H3	4H5	1,291	16,492
Malmö	1280	269 142	4	H9	4H2	1,276	1,000
Lund	1281	101 423	4	H9	4H2	1,284	8,951
Eslöv	1285	29 740	4	H3	4H5	1,296	12,665
Lerum	1441	36 224	3	H8	3H2	1,270	3,374
Göteborg	1480	481 410	4	H8	4H2	1,265	1,000
Strömstad	1486	11 373	4	H6	4H6	1,300	1,000
Askersund	1882	11 477	3	H4	3H5	1,213	36,489
Avesta	2084	22 102	2	H4	2H5	1,100	29,143
Gävle	2180	92 081	2	H3	2H5	1,000	1,000
Kramfors	2282	20 383	2	H6	2H6	1,313	10,812
Arjeplog	2506	3 224	1	H6	1H6	1,368	52,501
Piteå	2581	40 830	1	H5	1H5	1,318	6,788

Kommentar till vikt steg 1: De 21 kommunerna har dragits med en metod där sannolikheten bestäms individuellt för varje kommun. Sannolikheten baseras på befolkningsstorlek och en framräknad resekostnadsfaktor. Därför blir summan av 'Vikt steg 1' ovan för de 21 kommunerna ej exakt 290, utan en slumpmässig avvikelse finns.

Vikt Steg 2: Tabellerna nedan ger uppgifter om totala antalet objekt i urvalsramen, antal besiktigade, övertäckning och bortfall. Vikten per objekt beräknas som $\text{Stora N} / (\text{antalet besiktigade objekt} + \text{antal övertäckning})$. Värdena för övertäckningsobjekt sätts lika med 0 vid skattningar.

Tabell 66 Tabell för förskolor

Förskolor						
Län-kommun kod	Kommun	Antal i urvalsramen (N)	Slutligt antal undersökta (n)	Övertäckning	Bortfall	Vikt 2
0136	Haninge	38	1	0	0	38,000
0160	Täby	76	2	0	0	38,000
0180	Stockholm	794	11	33	8	18,045
0513	Kinda	11	0	1	5	11,000
0581	Norrköping	110	2	2	1	27,500
0685	Vetlanda	24	0	0	0	
0834	Torsås	6	1	1	0	3,000
0840	Mörbylånga	9	1	1	0	4,500
1265	Sjöbo	13	1	1	1	6,500
1280	Malmö	228	2	6	1	28,500
1281	Lund	103	2	2	0	25,750
1285	Eslöv	26	1	0	0	26,000
1441	Lerum	39	1	0	0	39,000
1480	Göteborg	419	5	3	3	52,375
1486	Strömstad	8	1	0	0	8,000
1882	Askersund	14	1	0	1	14,000
2084	Avesta	14	1	2	0	4,667
2180	Gävle	68	2	2	0	17,000
2282	Kramfors	21	1	2	0	7,000
2506	Arjeplog	2	0	2	0	1,000
2581	Piteå	45	1	0	0	45,000
	SUMMA	2 068	37	58	20	

Slutligt antal besiktigade är alltså 37 förskolor. Övertäckningen blev 58 objekt, och 20 blev bortfall.

I Tabell 67 nedan ges översikten över **grundskolor och gymnasier**. Bland dessa finns de 14 pilotobjekt som undersöktes i Stockholm i undersökningens start, och som drogs med fastighetstaxeringsregistret (FTR) som urvalsram. SCB har gjort en särskild beräkning av vikterna för att hantera att man därefter övergick till att dra skolor ur Företagsregistret. Beräkningen har gjorts på så sätt att man vägt ihop de två Stockholms-urvalen från FTR respektive Företagsregistret med vikter proportionella mot respektive urvalsstorlek.

Tabell 67 Tabell för skolor (grundskolor och gymnasier)

Grundskolor-gymnasier

Län-kommunkod	Kommun	Antal i urvalsramen (N)	Slutligt antal undersökta (n)	Övertäckning	Bortfall	Vikt 2
0136	Haninge	38	3	0	0	12,667
0160	Täby	41	3	2	1	8,200
0180	Stockholm dragna ur FTR	386	14	0	0	9,650
0180	Stockholm dragna ur Företagsreg	352	6	20	0	8,800
0513	Kinda	10	2	0	0	5,000
0581	Norrköping	80	5	1	1	13,333
0685	Vetlanda	24	3	0	0	8,000
0834	Torsås	6	2	1	0	2,000
0840	Mörbylånga	10	2	1	0	3,333
1265	Sjöbo	13	2	1	0	4,333
1280	Malmö	106	9	4	1	8,154
1281	Lund	69	5	2	3	9,857
1285	Eslöv	18	2	0	2	9,000
1441	Lerum	22	2	0	0	11,000
1480	Göteborg	227	15	5	7	11,350
1486	Strömstad	10	2	0	0	5,000
1882	Askersund	10	2	1	0	3,333
2084	Avesta	14	2	2	1	3,500
2180	Gävle	50	4	3	0	7,143
2282	Kramfors	17	2	0	0	8,500
2506	Arjeplog	4	2	0	0	2,000
2581	Piteå	32	3	1	1	8,000
	SUMMA	1 153	92	44	17	

Slutligt antal besiktigade skolor och gymnasier är alltså 92 stycken. Övertäckningen blev 44 objekt, och 17 blev bortfall. Mer kommentarer om övertäckning och bortfall finns i avsnitt Överurval, övertäckning och bortfall.

Vikt Steg 3: I några fall har besiktningen omfattat en något mindre area än hela det utvalda arbetsstället. Då behövs också en vikt Steg 3, som är lika med (Area för hela arbetsstället) / (Area för besiktigat). Detta förekommer endast i ett drygt tiotal fall, och vikten är då endast något större än 1,0. Förekommande vikter Steg 3 finns i beräkningstabellerna per objekt.

Överurval, övertäckning och bortfall

För att uppnå de 129 besiktningar som gjorts av objekt ingående i undersökningspopulationen, har man behövt använda 268 objekt från urvalsramen, det vill säga det har krävts 108 % fler objekt för att få de önskade undersökningsobjekten.

Fördelningen av alla objekt är denna:

Totalt antal använda i undersökningen 268 (100 %)

därav

- objekt som besiktigats 129 (48 %)

- bortfall 37 (14 %)

- övertäckning 102 (38 %)

Överurvalet som behövt göras är ungefär av den omfattning som bedömdes vid arbetets start (300 objekt drogs i urvalet, se avsnitt Urvalets genomförande). Det har dock varit ojämnt fördelat mellan kommunerna, och därför har tilläggsurval gjorts i åtta kommuner, beskrivet i avsnitt Urvalets genomförande.

Bortfallet beror till helt övervägande del på att det varit för komplicerat att få fram tillräcklig mediastatistik – det har saknats separat mätning, eller det har inte gått att få fram månadsvis elanvändning som önskats för beräkningen när det finns elvärme. Endast 5 objekt har ”vägrat” (inte velat eller kunnat ställa upp på undersökningen) att delta i energiinventeringen och inommiljöinventeringen. För inommiljöenkäterna har bortfallet varit större. Övertäckningens orsaker redovisas i Tabell 68.

Tabell 68 Övertäckningens viktigaste orsaker

Orsak	Förskolor	Skolor och gymnasier
Utgör mindre än 80 % av byggnaden	39	10
Är mindre än 200 m ²	8	2
Under ombyggnad	3	18
Fel i urvalsramen (fel verksamhet, upphört med mera)	3 5	5 9
Övriga orsaker (vidareleverans med mera)		
Total övertäckning	58	44

Att det dragna arbetsstället utgjort mindre än 80 % av byggnaden den ligger i, har varit en stor övertäckningsorsak för förskolorna, och en ganska obetydlig orsak för skolorna, precis som man kunde vänta. Att lokalen visat sig vara mindre än 200 m² har förekommit förhållandevis sällan. Att objektet är under förändring är vanligt särskilt för skolorna. Sådan övertäckning förekommer i stort sett likadant oavsett urvalsram.

Urvalsramen får sägas ha visat god kvalitet: Endast få utvalda objekt har visat sig vara annat än skolor eller förskolor, eller lokaler där skolverksamheten av olika skäl upphört.

Bilaga 2 Skattning av medelvärden och totaler för inomhusmiljö till nationell nivå

I denna bilaga beskrivs skattning av medelvärden och totaler för hela populationen samt beräkning av 95 procentiga konfidensintervall för dessa skattningar för inomhusmiljöinventeringarna.

Data för beräkningarna

Data för betyg och kostnader innehöll vardera ett system av vikter – att användas för uppräknings från urval till population. Vikterna ska vara beräknade så att viktens värde anger hur många objekt i populationen som ett objekt i urvalet representerar, se vidare i Bilaga 1.

Bortfallshantering

Om data för betygen varit helt fullständiga skulle matrisen innehålla $130 \times 29 = 3770$ värden (1, 2, 3, 4 eller 5). Betyg saknades dock för en liten andel celler i matrisen (cirka 2-3 procent). För att få fullständiga data användes det (oviktade) medelvärdet för aktuell fråga som fanns längst ner på Excel-arket.

Vikter saknades för fyra av de 130 objekten. I dessa fyra fall har medelvärdet lagts in beräknat på de 126 vikter som fanns med. För uppskattningen av kostnader saknades vikt för sex av de 230 bostäderna som identifierats. I dessa sex fall har medelvärdet av de 224 vikterna som fanns med i detta viktsystem lagts in.

Ovanstående hantering av medelvärden i de fall värde saknas (för betyg respektive vikter i de två viktsystemen) kommer att ge korrekta skattningar under antagandet att fallen där värden saknas i genomsnitt ser ut på samma sätt som fallen där värden finns. Det kan noteras att om detta antagande lika i genomsnitt är felaktigt kan inga betydande fel uppkomma eftersom bortfallsandelarna bara uppgår till några få procent. Resultatet kommer alltså att spegla urvalsramen.

Betyg - Skattning av populationsmedelvärden och 95 % konfidensintervall

Populationsmedelvärdet av betyget på en viss fråga (bland de 29 frågorna) har beräknats som:

$$\bar{y} = \hat{Y} / \hat{N}, \quad \text{där} \quad \hat{Y} = \sum_{i=1}^{130} w_i \cdot y_i \quad \text{och} \quad \hat{N} = \sum_{i=1}^{130} w_i \quad (w_i = \text{vikten}, y_i = \text{betyget})$$

Variansskattningen har beräknats på samma sätt som i ELIB-studien enligt formeln nedan:

$$\hat{V}(\bar{y}) = (1/\hat{N})^2 \cdot \sum_{i=1}^n [w_i(y_i - \bar{y})]^2$$

95 % konfidensintervall har beräknats på sedvanligt sätt som:

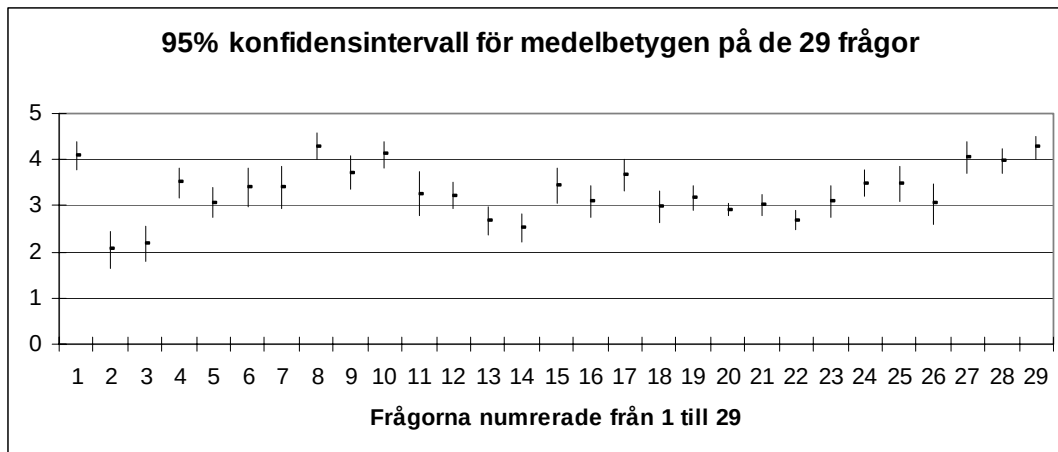
$$\bar{y} \pm 2 \cdot \hat{\sigma}(\bar{y}), \text{ där } \hat{\sigma}(\bar{y}) = \sqrt{\hat{V}(\bar{y})}$$

Resultat

Resultatet av skattningarna presenteras i Tabell 69 och Figur 95. I tabellen och diagrammet ingår populationsmedelvärden och 95 % konfidensintervall.

Tabell 69 Tabell över populationsmedelvärden och 95 % konfidensintervall

Fråga Nr	Fråga	$\bar{y}$ = skattat medelvärde	$\hat{\sigma}(\bar{y})$ = skattad standardavvikelse	95 % konfidensintervall $\bar{y} \pm 2 \cdot \hat{\sigma}(\bar{y})$
1	Magnetfält	4,09	0,1483	3,79 - 4,39
2	HF-don	2,05	0,1927	1,66 - 2,44
3	Legionella	2,16	0,1870	1,78 - 2,54
4	Rumsakustik	3,50	0,1651	3,17 - 3,83
5	Installationsljud	3,06	0,1590	2,74 - 3,38
6	Luftljud	3,41	0,2085	2,99 - 3,83
7	Stegljud	3,39	0,2280	2,93 - 3,85
8	Ljud utifrån	4,28	0,1453	3,99 - 4,57
9	Filterbyten	3,72	0,1870	3,34 - 4,10
10	Kortslutningsrisk	4,11	0,1458	3,82 - 4,40
11	OVK	3,25	0,2370	2,77 - 3,73
12	Rumshöjd	3,22	0,1428	2,93 - 3,51
13	Tilluftsfilter	2,66	0,1491	2,36 - 2,96
14	Lufttemperatur	2,53	0,1562	2,22 - 2,84
15	Torrhet i luft	3,43	0,1904	3,05 - 3,81
16	Luktproblem	3,09	0,1813	2,73 - 3,45
17	Takavvattning	3,66	0,1754	3,31 - 4,01
18	Fuktskador grund	2,97	0,1679	2,63 - 3,31
19	Våtrumsproblem	3,17	0,1275	2,91 - 3,43
20	Städbarhet i våtrum	2,91	0,0625	2,78 - 3,04
21	Städbarhet golv	3,01	0,1151	2,78 - 3,24
22	Städbarhet inredning	2,69	0,1039	2,48 - 2,90
23	Solinstrålning	3,09	0,1692	2,75 - 3,43
24	Drag från tilluftsdon	3,49	0,1360	3,22 - 3,76
25	Luftläckage fr fönster	3,48	0,1821	3,11 - 3,85
26	Kalla golv	3,04	0,2140	2,61 - 3,47
27	Kallras	4,05	0,1724	3,70 - 4,40
28	Dagsljusuppfattning	3,97	0,1371	3,69 - 4,25
29	Radon	4,26	0,1249	4,01 - 4,51



Figur 95 Diagram för populationsmedelvärden och 95 % konfidensintervall för betyg av inomhusmiljö i skolor och förskolor

Kostnader - Skattning av populationstotaler och 95 % konfidensintervall

Populationstotalen för kostnaden att åtgärda observerade brister har skattats som

$$\hat{Y} = \sum_{i=1}^n w_i \cdot y_i, \text{ där } w_i = \text{vikten och } y_i = \text{kostnad för åtgärden}$$

Variansskattningen av kostnader för reparationsåtgärder beräknas som:

$$\hat{V}(\hat{Y}) = \sum_{i=1}^n (w_i \cdot y_i)^2 - \hat{Y}^2 / n$$

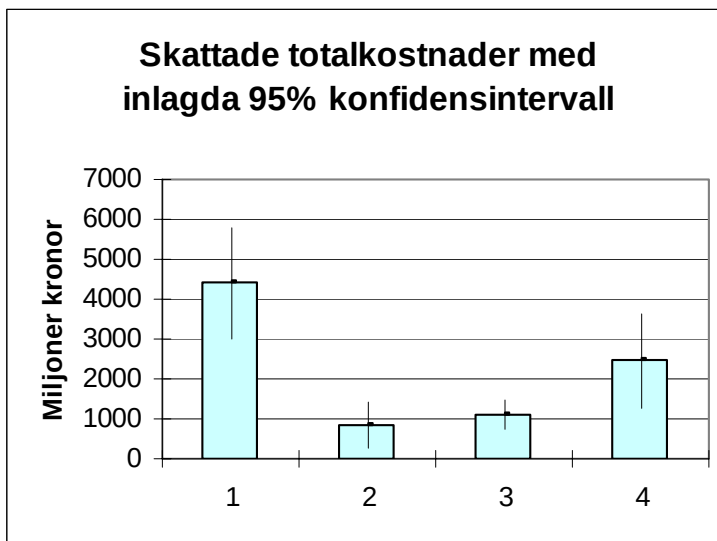
Även för kostnaderna har variansen skattats på samma sätt som i ELIB-studien. Formeln för denna variansskattningen samt för variansskattningen för populationsmedelvärdet finns beskrivet på sidan 30 i [1]:

95 % konfidensintervall har sedan beräknats som: $\hat{Y} \pm 2 \cdot \hat{\sigma}(\hat{Y})$, där

$$\hat{\sigma}(\hat{Y}) = \sqrt{\hat{V}(\hat{Y})}$$

Tabell 70 Skattade totalkostnader för åtgärdande av inomhusmiljöbrister samt 95 % konfidensintervall

	Skattad total milj kr ($\hat{Y}$)	Skattad standard- avvikelse [$\hat{\sigma}(\hat{Y})$]	95 % konf.intervall $\hat{Y} \pm 2 \cdot \hat{\sigma}(\hat{Y})$
(1) Alla observerade brister sammantaget	4 400	695,4	3 009 - 5 791
(2) Brister som behöver åtgärdas omedelbart	840	278,2	283 - 1 397
(3) Brister som behöver åtgärdas inom 1 – 2 år	1 112	180,2	751 - 1 473
(4) Brister som behöver åtgärdas inom 2 – 5 år	2 448	598,3	1 251 - 3 645



Figur 96 Skattade totalkostnader för åtgärdande av innemiljöbrister samt 95 % konfidensintervall

Anmärkningar

Till följd av de urvalskriterier som tillämpats (se kapitel 3 samt Bilaga 1) kan man, eftersom dessa kriterier kan sägas styra sluturvalet mot byggnader som förvaltas av organisationer med ett grundintresse i att ha information om sitt bestånd, förmoda att dessa skolbyggnader representerar ett delbestånd som är i bättre skick än landets samtliga skolbyggnader. Kunskap om byggnadernas energiförbrukning är förvisso inte samma sak som en detaljförvaltning eller åtgärdsplan men en uppräkningskostnad för reparationer är troligen lägre än den sanna kostnaden per skola för åtgärder av landets skolbyggnader.

Många åtgärder har av tidsbrist inom STIL2-projektet resulterat i rekommendation om vidare utredning. Den kostnad som tagits upp i rapporten från besiktningsspersonen är då endast för undersökningen. Här tillkommer alltså med stor sannolikhet en betydande kostnadspost för att åtgärda de fel som identifierats.

Ingen uppdelning på skolor och förskolor gjorts i skattningarna av populationens medelvärden (betyg) och totaler (kostnader) eftersom underlaget är för litet för att med statistisk signifikans göra en sådan uppdelning.

Referens

- [1] Waller T. (1998) *Building Stock Analysis using Microanalytic Simulation*, Lic.avh. KTH, Inst. För Byggd Miljö

Bilaga 3 Nya schablonvärden (nyckeltal)

Storkök

Uppskattningar av storkökens elförbrukning har gjorts genom att mäta elförbrukningen i några kök under en period. I till exempel Sturebyskolan finns ett tillagande kök för 1000 portioner per dag. Medeleffekten under en vecka är ca 10 kW. Baslasten är huvudsakligen kyla och mäter ungefär 3 kW. Detta ger att elförbrukningen i storkök kan antas vara 10W/ portion, se även Figur 97.

Dragskåp

Nyckeltal för dragskåp har tagits fram genom kontakt med företaget LindinVent AB som tillverkar produkter inom området ”styrsystem för behovsanpassad ventilation”. Samtal med Thomas Lindborg på LindinVent har legat till grund för nedanstående faktagpresentation och bedömningar.

Ett dragskåps energianvändning utgörs främst av förlusten av den energi som använts för att värma eller kyla luften i lokalen. Även eldrivna fläktar för luftventileringen bidrar till energianvändningen. Hur stor energianvändningen för ett dragskåp är beror framför allt på dragskåpets bredd, arbetshöjden, luftens hastighet samt utom- och inomhustemperatur.

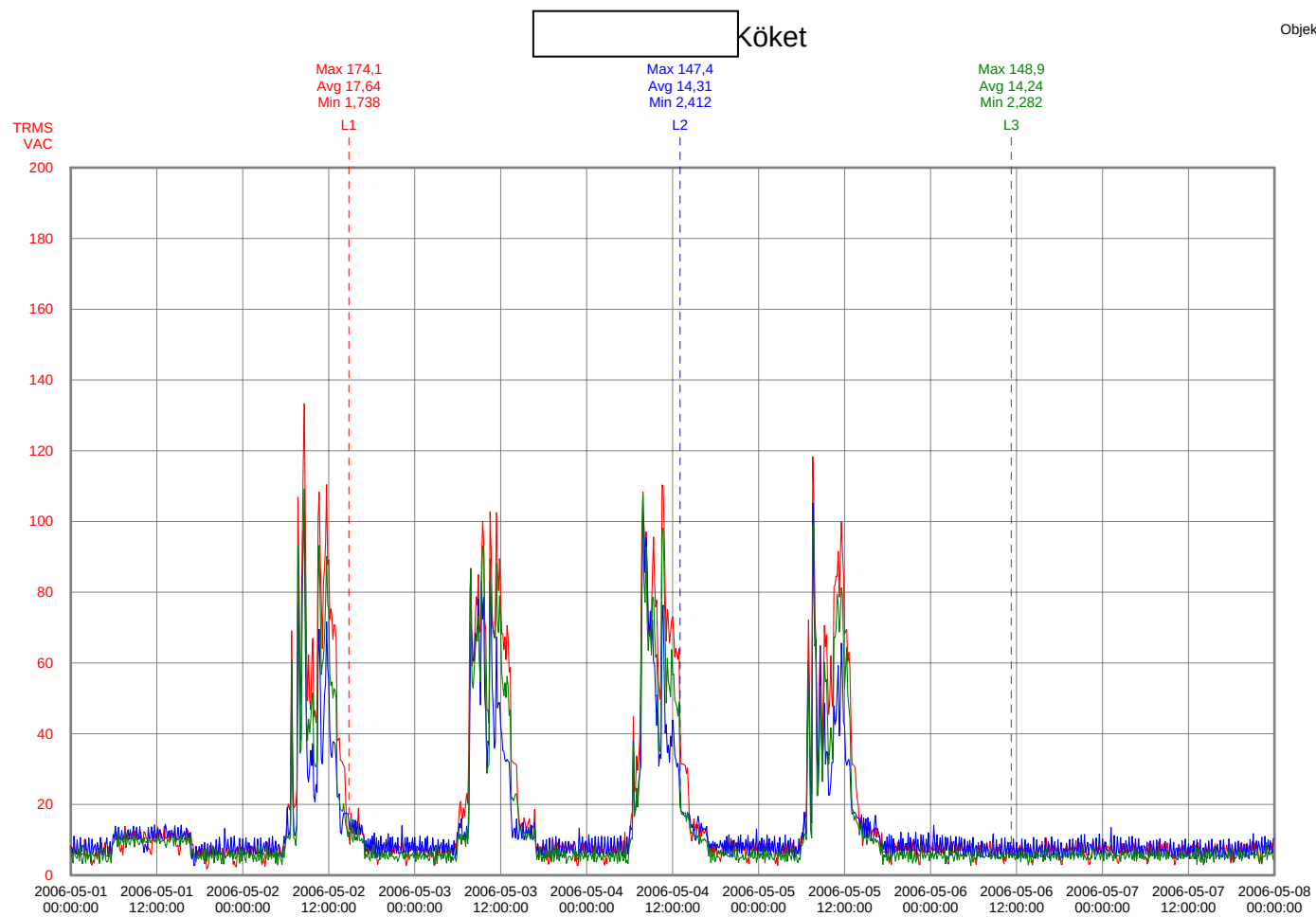
Enligt Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter om laboratoriearbete med kemikalier (AFS 1997:10) ska ”lufthastigheten genom lucköppningen vara lägst 0,5 m/s vid den lucköppning som används vid arbete”. I vissa dragskåp aktiveras ett larm om lufthastigheten understiger 0,5 m/s.

Den vanligaste dragskåpsbredden är 1200 mm. Andra standardbredder är 900 mm, 1500 mm och 1800 mm.

När ett dragskåp är stängt finns alltid en ca 5 cm hög glipa. Anledningen till detta är att dragskåpet ventileras dygnet runt. När dragskåpet är stängt transporteras luften med ett grundflöde. När luckan öppnas forceras flödet. Ju större dragskåpsöppning, desto högre blir det forcerade flödet. Luckan ska normalt kunna öppnas 270 mm med garanterad skyddseffekt. Om inte alla ventilerade enheter i lokalen går i forcerat läge kan luckan normalt öppnas ännu mer med bibehållen skyddseffekt. Om många dragskåp används samtidigt och öppnas mer än 270 mm finns det dock risk för att lufthastigheten understiger 0,5 m/s. Hur hög arbetshöjden i dragskåpet tillåtas vara styrs alltså till viss del av hur många dragskåp som används samtidigt.

Bedömning av energianvändning för dragskåp:

Uppgifter om luftflöden i dragskåp med olika bredd och för olika arbetshöjder samt grundflöde har erhållits från företaget LindinVent. Luftflödena är baserade på lufthastigheten 0,55 m/s. Tryckuppsättning i till- och frånluftsfläkt är enligt Thomas Lindborg vanligen 800 Pa. Verkningsgrad i fläkt och elmotor antas vara 75 % respektive 85 %. Inomhustemperaturen har satts till 20°C och utomhustemperaturen har baserats på Stockholms normaltemperatur över året, 6,6°C (Källa: SMHI). Behovet av kylning av utomhusluft har försumrats med motiveringen att den korta tid då kylning är aktuellt sannolikt i stor uträkning inträffar under semestertider.



Figur 97: Mätresultat från elmätning (3 faser) i köket i Sturebyskolan

Förslag till nyckeltal för dragskåp

Med ovan beskrivna bakgrund ges förslag till nyckeltal för energianvändning i dragskåp enligt.

Tabell 71 Årlig energianvändning i ett dragskåp [MWh/år]

Bredd	Arbetshöjd	Arbets tid: forcerat flöde Ej arbets tid: grundflöde	25 % av arbets tid: forcerat flöde Övrig arbets tid: grundflöde Ej arbets tid: grundflöde
900 mm	270 mm	6,7	4,4
	400 mm	8,6	4,8
1200 mm	270 mm	9,2	6,0
	400 mm	11,8	6,6
1500 mm	270 mm	11,7	7,6
	400 mm	15,0	8,4
1800 mm	270 mm	14,3	9,3
	400 mm	18,3	10,3

Med arbets tid avses 220 arbets dagar/år · 8 timmar/arbets dag = 1760 timmar/år (20 % av årets timmar)

Nyttjandetider, PC i skolor

För PC och annan kontorsutrustning har utgångspunkten varit samma nyckeltal som för inventeringen i kontor, men med följande rekommendationer om driftan-tagande kontorsutrustning:

- Klassrum – i grundskolor åk 1-6 vanligt med 1 dator/klassrum Datorn är endast i gång då den används för undervisning eller av läraren (enligt uppgift främst av läraren, men detta beror mycket på undervisningsmetod). För högstadie-skolor och gymnasier är det mindre troligt att det finns datorer i varje klassrum.
- Arbetsplats lärare - det är troligt att det finns en arbetsplats för varje lärare där de kan ha tillgång till dator. Denna bör endast vara i gång några timmar om dagen om den inte lämnas i standby-läge under lektionstid.
- Datasal – i många högstadie- och gymnasieskolor finns det ofta datasalar. Dessa används dels i undervisningen, men ofta även av eleverna under raster och efter skolan.
- Bibliotek – I skolans bibliotek finns det ofta ett antal datorer för eleverna, samt datorer för bibliotekspersonalen. Personaldatorerna kan antas ha liknande nyckeltal som administration. Elevdatorer lär skilja mellan de olika skolorna.
- Administration – De datorer som används av administrativ personal kan antas ha samma nyckeltal som för datorer i kontorslokaler.

Kaffebryggare

För kaffebryggare gjordes i år en samlad ansats för energibedömning, eftersom vanliga hushållsbryggare är vanliga i skolor och förskolor. Några av följande

nyckeltal användes beroende på vilken information som gick att få fram om skolans kaffevanor:

- Genomsnittlig elförbrukning per kanna 110 Wh
- Genomsnittlig bryggtid 8 min 10 sek
- Genomsnittligt antal koppar 10 st
- Elförbrukning för standby-läge i 1 timme är 68 Wh
- Effekt 1100-1200

Bilaga 4 Klimatskalets tekniska egenskaper hos enskilda skolor och förskolor

Skola	Bygg- år	Byggnads- tyngd	Avser byggnad:	U-värde vägg inklusive köldbryggor [W/m ² K]	U-värde tak inklusive köldbryggor [W/m ² K]	U-värde fönster [W/m ² K]	Genom- snittligt U-värde [W/m ² K]	Andel av yttervägg som är fönster [%]	Åtgärder
06S0035	1927	T	Äldre huvudbyggnad	0,8 ± 0,1	0,25 ± 0,1	2,0 ± 0,4	1,02	25	Tilläggsisolerat tak
06S0036	1971	M	Huvudbyggnad	0,45 ± 0,05	0,35 ± 0,05	1,8 ± 0,2	0,63	20	Inga åtgärder
06S0043	1984	M	Huvudbyggnad	0,25 ± 0,05	0,18 ± 0,02	1,8 ± 0,2	0,43	20	Inga åtgärder
06S0075		Struken					0,00	21	
06S0083	2005	L	Hela fastigheten	0,20 ± 0,05	0,15 ± 0,02	1,2 ± 0,2	0,30	15	Inga åtgärder
06S0091	1984	L	Hela fastigheten	0,25 ± 0,05	0,18 ± 0,02	1,8 ± 0,2	0,29	10	Inga åtgärder
06S0093	1977	M	Hela fastigheten	0,30 ± 0,05	0,18 ± 0,03	1,8 ± 0,2	0,51	25	Inga åtgärder
06S099	1958	M	Hela fastigheten	0,6 ± 0,05	0,45 ± 0,05	2,2 ± 0,2	0,82	25	Inga åtgärder
06S0100	1950	M	Äldre huvudbyggnad	0,65 ± 0,05	0,50 ± 0,05	2,2 ± 0,2	0,69	15	Inga åtgärder
06S0106	1973	T	Alla byggnader	0,40 ± 0,05	0,30 ± 0,05	1,9 ± 0,2	0,43	11	Inga åtgärder
06S0107	1950	T	Huvudbyggnad - skola	0,65 ± 0,05	0,45 ± 0,05	2,3 ± 0,2	1,06	32	Inga åtgärder
06S0108	1884	T	Huvudbyggnad - skola	1 ± 0,1	0,65 ± 0,1	2,3 ± 0,2	1,07	16	Inga åtgärder
06S0110	1966	L	Huvudbyggnad- skola	0,40 ± 0,05	0,30 ± 0,05	2,0 ± 0,2	0,43	10	Inga åtgärder

Skola	Bygg- år	Tyngd	Avser byggnad:	U-värde vägg inklusive köldbryggor [W/m ² K]	U-värde tak inklusive köldbryggor [W/m ² K]	U-värde fönster [W/m ² K]	Genom- snittligt U-värde [W/m ² K]	Andel av yttervägg som är fönster [%]	Åtgärder
06S0112	1988	M	Huvudbyggnad- skola	0,22 ± 0,05	0,18 ± 0,03	1,4 ± 0,2	0,32	20	Inga åtgärder
06S0118	1970	M	Hela fastigheten	0,40 ± 0,05	0,30 ± 0,05	1,9 ± 0,2	0,53	24	Inga åtgärder
06S0122	1988	L	Hela fastigheten	0,22 ± 0,05	0,18 ± 0,03	1,4 ± 0,2	0,26	10	Inga åtgärder
06S0123	1958	M	Huvudbyggnad	0,65 ± 0,05	0,5 ± 0,05	2,2 ± 0,2	0,81	20	Inga åtgärder
06S0124	1959	M	Huvudbyggnad	0,65 ± 0,05	0,5 ± 0,05	2,2 ± 0,2	0,81	30	Inga åtgärder
06S0125	1940	T	Hela fastigheten	0,7 ± 0,1	0,5 ± 0,05	2,2 ± 0,2	0,83	16	Inga åtgärder
06S0130	1912	T	Huvudbyggnad	0,8 ± 0,05	0,45 ± 0,1	2,4 ± 0,2	0,95	20	Inga åtgärder
06S0131	1914	T	Huvudbyggnad	0,8 ± 0,05	0,45 ± 0,1	2,4 ± 0,2	1,01	25	Inga åtgärder
06S0134	1985	L	Gullvivan	0,25 ± 0,05	0,20 ± 0,03	1,3 ± 0,2	0,36	15	Inga åtgärder
06S0134	1925	L	Ängen	0,5 ± 0,1	0,5 ± 0,1	2,4 ± 0,2	0,71	13	Inga åtgärder
06S0135	1926	M	Huvudbyggnad- skola	0,4 ± 0,1	0,25 ± 0,05	2,1 ± 0,2	0,71	27	Tilläggsisolerade väggar och tak
06S0137	1913	M	Huvudbyggnad- skola	0,8 ± 0,1	0,6 ± 0,1	2,1 ± 0,2	0,99	25	Inga åtgärder
06S0140	1990	Mr	Ny byggnad	0,20 ± 0,02	0,18 ± 0,02	1,3 ± 0,2	0,27	15	Inga åtgärder
06S0141	1953	M	Huvudbyggnad	0,7 ± 0,1	0,2 ± 0,05	1,3 ± 0,2	0,51	20	Tilläggsisolerade väggar och tak,

Skola	Bygg- år	Tyngd	Avser byggnad:	U-värde vägg inklusive köldbryggor [W/m ² K]	U-värde tak inklusive köldbryggor [W/m ² K]	U-värde fönster [W/m ² K]	Genom- snittligt U-värde [W/m ² K]	Andel av yttervägg som är fönster [%]	Åtgärder
06S0143	1932	T	Huvudbyggnad	0,85 ± 0,1	0,6 ± 0,1	2,3 ± 0,2	0,90	10	Inga åtgärder
06S0147	1998	M	Ny huvudbyggnad	0,25 ± 0,03	0,15 ± 0,02	1,3 ± 0,2	0,34	15	Inga åtgärder
06S0148	1921	T	Hela fastigheten	1,0 ± 0,1	0,6 ± 0,1	2,3 ± 0,2	1,22	25	Inga åtgärder
06S0149	1995	L	Hela fastigheten	0,20 ± 0,03	0,15 ± 0,03	1,4 ± 0,2	0,38	25	Inga åtgärder
06S0153	1953	M	Huvudbyggnad	0,65 ± 0,1	0,5 ± 0,05	1,3 ± 0,2	0,69	15	100 % av fönster utbytta
06S0154	1946	T	Huvudbyggnad	0,65 ± 0,05	0,20 ± 0,05	2,2 ± 0,2	0,83	25	Tilläggsisolerat tak
06S0157	1962	M	Huvudbyggnad	0,45 ± 0,05	0,40 ± 0,05	50 %: 1,4 ± 0,2 50 %: 2,1 ± 0,2	0,69	30	50 % av fönster utbytta
06S0159	1976	M	Huvudbyggnad	0,3 ± 0,05	0,18 ± 0,05	1,9 ± 0,2	0,40	20	Inga åtgärder
06S0161	1990	M	Huvudbyggnad – Husie	0,20 ± 0,03	0,18 ± 0,03	1,3 ± 0,2	0,30	15	Inga åtgärder
06S0162	1992	L	Hela fastigheten	0,20 ± 0,03	0,15 ± 0,03	1,3 ± 0,2	0,26	15	Inga åtgärder
06S0169	1976	M	Huvudbyggnad	0,3 ± 0,05	0,18 ± 0,05	1,9 ± 0,2	0,36	15	Inga åtgärder
06S0174	1977	M	Hela fastigheten	0,25 ± 0,03	0,18 ± 0,03	1,8 ± 0,2	0,33	15	Inga åtgärder
06S0178	1991	L	Hela fastigheten	0,25 ± 0,03	0,15 ± 0,03	1,3 ± 0,2	0,39	25	Inga åtgärder
06S0182	1868	T	Äldre huvudbyggnad	0,8 ± 0,1	0,45 ± 0,1	2,3 ± 0,3	1,03	25	Inga åtgärder

Skola	Bygg- år	Tyngd	Avser byggnad:	U-värde vägg inklusive köldbryggor [W/m ² K]	U-värde tak inklusive köldbryggor [W/m ² K]	U-värde fönster [W/m ² K]	Genom- snittligt U-värde [W/m ² K]	Andel av yttervägg som är fönster [%]	Åtgärder
06S0185	1974	M	Huvudbyggnad	0,45 ± 0,05	0,30 ± 0,05	1,8 ± 0,2	0,44	10	Inga åtgärder
06S0186	1871	T	Huvudbyggnad	0,45 ± 0,05	0,40 ± 0,05	2,4 ± 0,3	0,61	11	Inga åtgärder
06S0187	1969	T	Huvudbyggnad	0,4 ± 0,05	0,35 ± 0,05	1,9 ± 0,2	0,63	25	Inga åtgärder
06S0189	1868	T	Hela fastigheten	0,90 ± 0,1	0,25 ± 0,05	1,9 ± 0,2	0,78	15	Tilläggsisolerat tak, utbyta fönster 1977
06S0191	1977	M	Hela fastigheten	0,25 ± 0,03	0,18 ± 0,03	1,9 ± 0,2	0,34	15	Inga åtgärder
06S0193	1969	M	Huvudbyggnad	0,45 ± 0,05	0,30 ± 0,05	1,9 ± 0,2	0,74	20	Inga åtgärder
06S0194	1898	T	Huvudbyggnad	0,8 ± 0,1	0,18 ± 0,03	2,3 ± 0,3	0,72	13	Tilläggsisolerat tak
06S0199	1970	M	Huvudbyggnad	0,45 ± 0,05	0,30 ± 0,05	1,9 ± 0,2	0,50	17	Inga åtgärder
06S0200	1972	M	Huvudbyggnad	0,45 ± 0,05	0,30 ± 0,05	1,9 ± 0,2	0,51	19	Inga åtgärder
06S0203	1990	M	Huvudbyggnad	0,20 ± 0,03	0,15 ± 0,03	1,3 ± 0,2	0,26	15	Inga åtgärder
06S0207	1994	M	Huvudbyggnad	0,22 ± 0,03	0,15 ± 0,03	1,3 ± 0,2	0,26	13	Inga åtgärder
06S0208	1974	T	Huvudbyggnad	0,45 ± 0,05	0,35 ± 0,05	1,9 ± 0,2	0,62	30	Inga åtgärder
06S0212	2000	T	Ny huvudbyggnad	0,20 ± 0,05	0,18 ± 0,05	1,2 ± 0,2	0,26	13	Inga åtgärder
06S0215	1915	T	Huvudbyggnad	0,8 ± 0,1	0,60 ± 0,1	2,4 ± 0,2	1,04	22	Inga åtgärder
06S0217	2003	L	Huvudbyggnad	0,20 ± 0,05	0,15 ± 0,05	1,2 ± 0,2	0,32	21	Inga åtgärder

Skola	Bygg- år	Tyngd	Avser byggnad:	U-värde vägg inklusive köldbryggor [W/m ² K]	U-värde tak inklusive köldbryggor [W/m ² K]	U-värde fönster [W/m ² K]	Genom- snittligt U-värde [W/m ² K]	Andel av yttervägg som är fönster [%]	Åtgärder
06S0218	1890	T	Huvudbyggnad	0,8 ± 0,05	0,45 ± 0,1	2,4 ± 0,3	1,08	37	Inga åtgärder
06S0221	1973	T	Huvudbyggnad	0,45 ± 0,05	0,4 ± 0,05	1,9 ± 0,2	0,68	26	Inga åtgärder
06S0222	2002	L	Ny huvudbyggnad	0,20 ± 0,05	0,15 ± 0,05	1,2 ± 0,2	0,34	23	Inga åtgärder
06S0226	1963	T	Huvudbyggnad	0,45 ± 0,05	0,40 ± 0,05	2,3 ± 0,2	0,79	29	Inga åtgärder
06S0227	1974	L	Huvudbyggnad	0,40 ± 0,05	0,35 ± 0,05	1,9 ± 0,2	0,56	24	Inga åtgärder
06S0229	1928	T	Huvudbyggnad	0,80 ± 0,1	0,5 ± 0,1	2,3 ± 0,3	0,93	23	Inga åtgärder
06S0231	2002	T	Huvudbyggnad	0,22 ± 0,05	0,15 ± 0,05	1,2 ± 0,2	0,31	17	Inga åtgärder
06S0232	1964	T	Huvudbyggnad	0,45 ± 0,05	0,40 ± 0,05	2,3 ± 0,2	0,68	28	Inga åtgärder
06S0233	1969	T	Huvudbyggnad	0,45 ± 0,05	0,40 ± 0,05	2,3 ± 0,2	0,85	34	Inga åtgärder
06S0235	1913	T	Huvudbyggnad	0,85 ± 0,1	0,6 ± 0,1	50% - 1,3 ± 0,2	0,87	20	Fönster utbyta till 50 %
06S0240	1976	L	Hela fastigheten	0,25 ± 0,05	0,18 ± 0,05	1,8 ± 0,2	0,44	29	Inga åtgärder
06S0241	1970	L	Hela fastigheten	0,40 ± 0,05	0,30 ± 0,05	1,8 ± 0,2	0,54	27	Inga åtgärder
06S0242	1977	L	Huvudbyggnad	0,25 ± 0,05	0,18 ± 0,05	1,8 ± 0,2	0,33	15	Inga åtgärder
06S0243	1975	M	Huvudbyggnad	0,25 ± 0,05	0,18 ± 0,05	1,8 ± 0,2	0,40	14	Inga åtgärder
06S0247	1987	T	Hela fastigheten	0,25 ± 0,05	0,15 ± 0,05	1,3 ± 0,2	0,39	13	Inga åtgärder

Skola	Bygg- år	Tyngd	Avser byggnad:	U-värde vägg inklusive köldbryggor [W/m ² K]	U-värde tak inklusive köldbryggor [W/m ² K]	U-värde fönster [W/m ² K]	Genom- snittligt U-värde [W/m ² K]	Andel av yttervägg som är fönster [%]	Åtgärder
06S0253	1953	T	Huvudbyggnad	30%: 0,4±0,05 70%: 0,6±0,05	30%: 0,2 ± 0,05 70%: 0,5 ± 0,05	30%: 2,3 ± 0,2	0,78	30	Vägg – 30% tilläggsisolerat
06S0254	1930	M	Huvudbyggnad, lektionsalar	0,85 ± 0,1	0,6 ± 0,1	2,2 ± 0,2	0,86	20	Inga åtgärder
06S0257	1973	M	Hela fastigheten	0,40 ± 0,1	0,3 ± 0,1	1,8 ± 0,2	0,49	20	Inga åtgärder
06S0260	1972	M	Huvudbyggnad	0,40 ± 0,1	0,30 ± 0,1	1,8 ± 0,2	0,49	20	Inga åtgärder
06S0261	1975	M	Huvudbyggnad	0,40 ± 0,1	0,30 ± 0,1	1,8 ± 0,2	0,46	15	Inga åtgärder
06S0264	1990	M	Huvudbyggnad	0,20 ± 0,03	0,15 ± 0,03	1,3 ± 0,2	0,29	20	Inga åtgärder
06S0268	1963	M	Huvudbyggnad	0,45 ± 0,1	0,40 ± 0,1	2,3 ± 0,2	0,77	21	Inga åtgärder
06S0272	1960- tal	T	Huvudbyggnad	0,45 ± 0,05	50%: 0,2 ± 0,05 50%: 0,4 ± 0,05	80%: 1,4 ± 0,2	0,53	14	Tak–50% tilläggsisolering
06S0274	1930	T	Huvudbyggnad	0,95 ± 0,1	0,60 ± 0,1	2,3 ± 0,2	1,23	30	Inga åtgärder
06S0276	1912	T	Huvudbyggnad	0,95 ± 0,1	0,60 ± 0,1	2,3 ± 0,2	1,04	15	Inga åtgärder
06S0278	1990	L	Hela fastigheten	0,20 ± 0,03	0,15 ± 0,03	1,3 ± 0,2	0,26	15	Inga åtgärder
06S0282	1965	M	Hela fastigheten	0,45 ± 0,05	0,20 ± 0,05	2,1 ± 0,2	0,64	20	Tilläggsisolerat tak
06S0283	1959	M	Huvudbyggnad	0,65 ± 0,05	0,20 ± 0,05	2,1 ± 0,2	0,76	20	Tilläggsisolerat tak
06S0288	1950	M	Huvudbyggnad	0,7 ± 0,05	25 %:0,25 ± 0,1 75 %:0,5 ± 0,05	1,3 ± 0,2	0,77	30	Tak – 25 % tilläggsisolerat
06S0289	1972	L	Huvudbyggnad	0,4 ± 0,05	0,30 ± 0,05	1,8 ± 0,2	0,46	15	Inga åtgärder

Skola	Bygg- år	Tyngd	Avser byggnad:	U-värde vägg inklusive köldbryggor [W/m ² K]	U-värde tak inklusive köldbryggor [W/m ² K]	U-värde fönster [W/m ² K]	Genom- snittligt U-värde [W/m ² K]	Andel av yttervägg som är fönster [%]	Åtgärder
06S0296	1952	T	Huvudbyggnad	0,65 ± 0,05	0,5 ± 0,05	1,3 ± 0,2	0,72	20	Fönster – 100 % utbytta
06S0297	1968	L	Huvudbyggnad	0,4 ± 0,05	0,3 ± 0,05	1,8 ± 0,2	0,48	18	Inga åtgärder
06S0298	1930	L	Huvudbyggnad	0,7 ± 0,1	0,50 ± 0,1	2,3 ± 0,2	0,74	18	Inga åtgärder
06S0299	1982	L	Hela fastigheten	0,25 ± 0,03	0,18 ± 0,03	1,4 ± 0,2	0,32	19	Inga åtgärder
06S0302	1981	L	Hela fastigheten	0,25 ± 0,05	0,18 ± 0,02	1,8 ± 0,2	0,37	20	Inga åtgärder
06S0304	1981	M	Hela fastigheten	0,30 ± 0,05	0,18 ± 0,02	1,8 ± 0,2	0,46	20	Inga åtgärder
06S0306	1980	L	Hela fastigheten	0,25 ± 0,05	0,18 ± 0,02	1,8 ± 0,2	0,33	15	Inga åtgärder
06S0313	1980	L	Hela fastigheten	0,25 ± 0,05	0,18 ± 0,02	1,8 ± 0,2	0,33	15	Inga åtgärder
06S0315	1999	M	Hela fastigheten	0,20 ± 0,05	0,15 ± 0,02	1,3 ± 0,2	0,26	15	Inga åtgärder
06S0320	1976	L	Hela fastigheten	0,25 ± 0,05	0,18 ± 0,02	1,9 ± 0,2	0,34	15	Inga åtgärder
06S0324	1976	L	Äldre huvudbyggnad	0,25 ± 0,05	0,18 ± 0,02	1,9 ± 0,2	0,39	15	Inga åtgärder
06S0340	1990	L	Hela fastigheten	0,20 ± 0,03	0,15 ± 0,02	1,3 ± 0,2	0,23	10	Inga åtgärder
06S0350	1990	M	Huvudbyggnad	0,20 ± 0,03	0,15 ± 0,03	1,3 ± 0,2	0,29	20	Inga åtgärder
06S0359	1945	M	Huvudbyggnad	0,65 ± 0,1	0,5 ± 0,1	2,3 ± 0,2	0,95	25	Inga åtgärder
06S0373	1989	L	Hela fastigheten	0,20 ± 0,03	0,15 ± 0,03	1,3 ± 0,2	0,30	22	Inga åtgärder

Skola	Bygg- år	Tyngd	Avser byggnad:	U-värde vägg inklusive köldbryggor [W/m ² K]	U-värde tak inklusive köldbryggor [W/m ² K]	U-värde fönster [W/m ² K]	Genom- snittligt U-värde [W/m ² K]	Andel av yttervägg som är fönster [%]	Åtgärder
06S0381	1971	M	Huvudbyggnad	0,35 ± 0,05	0,30 ± 0,05	1,9 ± 0,2	0,44	15	Inga åtgärder
06S0391	1976	L	Huvudbyggnad	0,25 ± 0,05	0,18 ± 0,05	1,9 ± 0,2	0,38	20	Inga åtgärder
06S0417	1982	M	Huvudbyggnad	0,25 ± 0,05	0,18 ± 0,05	1,4 ± 0,2	0,33	14	Inga åtgärder
06S0602	1951	T	Huvudbyggnad	0,65 ± 0,05	0,25 ± 0,1	2,3 ± 0,3	0,70	30	Inga åtgärder
06S0603	1969	T	Huvudbyggnad	0,4 ± 0,1	0,25 ± 0,1	2,3 ± 0,3	0,52	21	Tilläggisolerade tak och väggar
06S0605	1956	T	Huvudbyggnad	0,65 ± 0,05	0,45 ± 0,05	2,3 ± 0,3	0,76	25	Inga åtgärder
06S0607	1886	T	Huvudbyggnad	0,85 ± 0,1	0,25 ± 0,1	2,3 ± 0,3	0,72	23	Tilläggisolerat tak
06S0608	1983	T	Huvudbyggnad	0,3 ± 0,05	0,18 ± 0,05	1,5 ± 0,3	0,37	21	Inga åtgärder
06S0609	1905	T	Huvudbyggnad	0,85 ± 0,05	0,25 ± 0,1	2,3 ± 0,3	0,77	31	Inga åtgärder
06S0619	1972	M	Huvudbyggnad	0,40 ± 0,05	0,3 ± 0,05	1,9 ± 0,3	0,47	16	Inga åtgärder
06S0621	1948	T	Huvudbyggnad	0,65 ± 0,05	0,25 ± 0,1	2,3 ± 0,3	0,69	29	Tilläggisolerat tak
06S0624	1901	T	Äldre del av huvudbyggnad	0,65 ± 0,05	0,25 ± 0,1	2,3 ± 0,3	0,61	19	Tilläggsisolerat tak
06S0628	1968	T	Äldre huvudbyggnad	0,45 ± 0,05	0,35 ± 0,05	2,3 ± 0,3	0,62	24	Inga åtgärder
06S0629	1947	T	Huvudbyggnad	0,55 ± 0,05	0,5 ± 0,05	2,3 ± 0,3	0,75	26	Inga åtgärder
06S0632	1967	L	Huvudbyggnad	0,40 ± 0,05	0,3 ± 0,05	2,3 ± 0,3	0,61	27	Inga åtgärder
06S0633	1902	T	Huvudbyggnad	0,85 ± 0,1	0,25 ± 0,1	2,4 ± 0,2	0,76	27	Inga åtgärder

Bilaga 5 Enskilda skolor och förskolors energianvändning

Enskilda skolors specifika energi

Skolans ID	Nationell vikt	Area [A _{temp}]	Antal barn eller elever	Tillförd energi exklusive elektricitet per år, specifik per area [kWh/m ²]						Elektricitet, fastighetsel per år, uppdelad på ändamål och specifik per area [kWh/m ²]				
				Fjärrvärme	Olja	Stads-gas	Fjärr-kyla	Naturgas	Pellets	Elvärme	Fläktar	Pumpar	Kompres-sorer	Övrig fastig-hetsel
06S0001	115,2	425	75	0,0	364,7	0,0	0,0	0,0	0,0	12,8	22,9	4,9	0,0	0
06S0002	115,2	668	334	214,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	51,3	6,4	0,0	0
06S0003	115,2	1 696	194	178,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,4	6,7	0,0	0
06S0006	345,6	798	70	128,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,8	3,6	0,0	0
06S0010	81,1	9 416	516	0,0	116,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	28,6	5,0	0,0	0
06S0012	81,1	3 548	304	0,0	145,4	0,0	0,0	0,0	0,0	16,8	23,7	4,6	0,0	0
06S0013	81,1	4 622	371	0,0	173,1	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	30,2	3,3	0,0	0
06S0015	375,6	679	73	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	239,8	22,5	1,0	0,0	0
06S0016	505,0	198	29	0,0	141,8	0,0	0,0	0,0	0,0	11,8	12,9	3,3	0,0	0
06S0020	8,8	8 053	890	119,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,8	1,4	0,0	0
06S0022	8,8	4 674	380	193,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,3	13,9	1,4	0,0	1
06S0023	8,8	883	120	150,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,2	9,2	1,1	0,0	0
06S0026	8,8	7 211	237	148,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,4	2,0	0,0	0
06S0035	8,8	12 418	764	139,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,8	7,3	0,0	1
06S0036	8,8	4 343	295	193,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,2	15,4	2,4	0,0	1
06S0043	8,8	1 362	172	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	136,2	16,7	0,2	0,0	2
06S0075	18,0	641	55	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	210,5	9,1	0,7	0,0	0
06S0083	18,0	744	52	142,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	56,0	3,7	0,0	2
06S0091	18,0	753	49	93,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,9	29,6	3,6	0,0	0

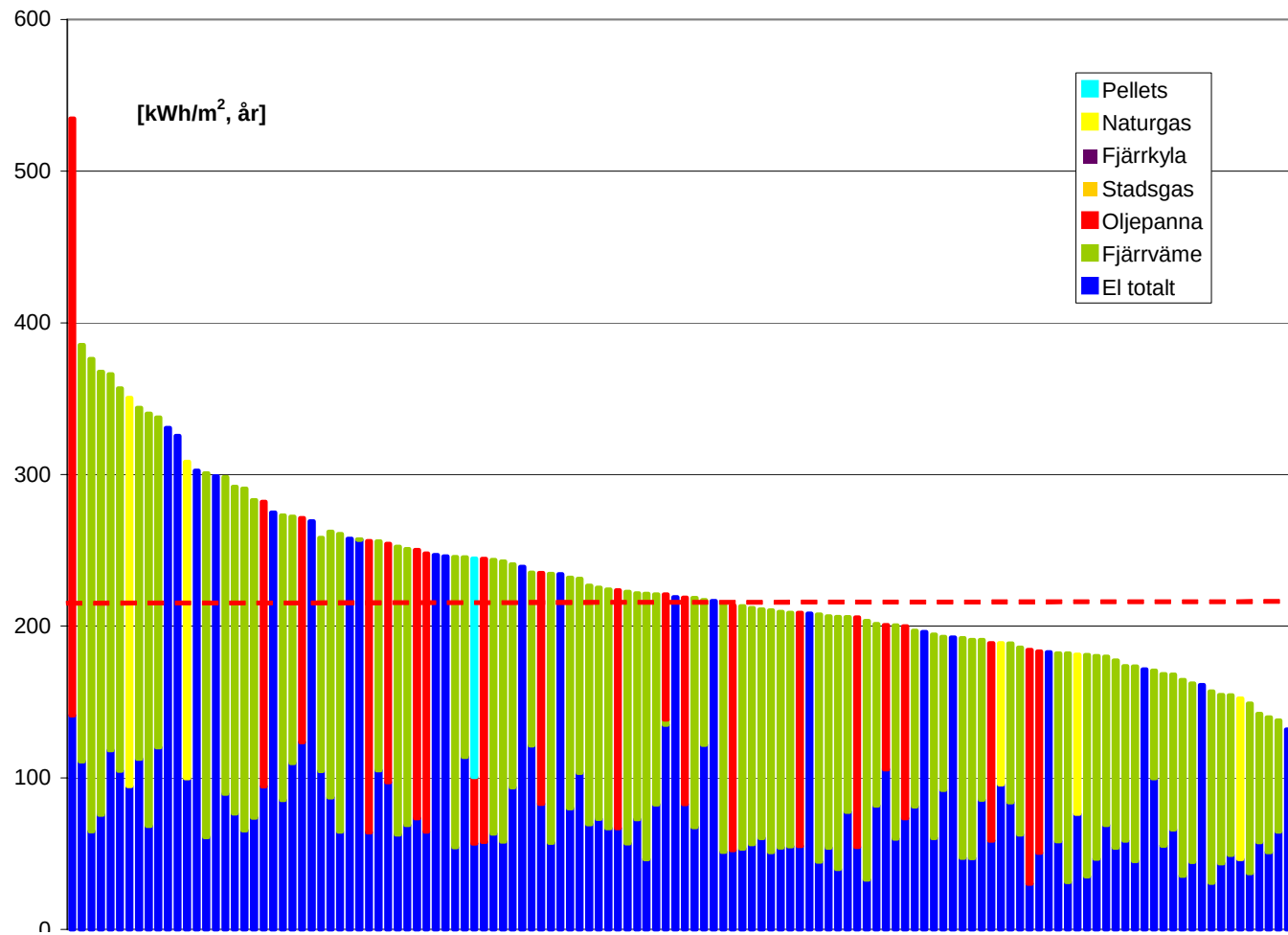
Skolans ID	Nationell vikt	Area [A _{temp}]	Antal barn eller elever	Tillförd energi exklusive elektricitet per år, specifik per area [kWh/m ²]						Elektricitet, fastighetsel per år, uppdelad på ändamål och specifik per area [kWh/m ²]				
				Fjärrvärme	Olja	Stads-gas	Fjärr-kyla	Naturgas	Pellets	Elvärme	Fläktar	Pumpar	Kompres-sorer	Övrig fastig-hetsel
06S0093	18,0	574	49	254,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27,6	5,4	0,0	0
06S0099	34,9	1 227	44	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	142,9	4,0	1,6	0,0	0
06S0100	34,9	3 099	333	180,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,5	15,3	0,5	0,0	0
06S0106	145,9	1 994	181	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	182,9	21,3	2,1	0,0	0
06S0107	145,9	9 405	557	177,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	26,3	2,5	0,0	0
06S0108	145,9	1 909	163	253,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,0	20,2	2,3	0,0	0
06S0110	145,9	681	314	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	221,2	52,0	1,3	0,0	0
06S0112	145,9	1 938	178	106,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27,7	61,4	5,1	0,0	0
06S0118	301,0	807	52	168,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,0	3,3	0,0	0
06S0122	301,0	286	38	90,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	42,0	22,9	2,6	0,0	0
06S0123	194,8	3 619	280	0,0	30,4	0,0	0,0	0,0	131,5	1,3	16,2	2,3	0,7	1
06S0124	194,8	4 428	320	134,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	40,8	19,2	2,1	1,6	0
06S0125	194,8	403	120	0,0	145,5	0,0	0,0	0,0	0,0	29,0	11,7	1,8	0,0	0
06S0130	99,3	1 923	114	0,0	162,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	22,6	1,9	0,0	0
06S0131	99,3	2 446	110	0,0	172,4	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	15,7	5,0	0,0	1
06S0134	148,9	435	21	0,0	90,6	0,0	0,0	0,0	0,0	60,0	5,9	0,6	0,0	1
06S0135	63,7	1 095	91	0,0	119,1	0,0	0,0	0,0	0,0	13,4	8,3	3,8	0,0	1
06S0137	63,7	700	66	0,0	143,3	0,0	0,0	0,0	0,0	20,1	12,9	1,6	0,0	0
06S0140	86,0	635	50	0,0	78,4	0,0	0,0	0,0	0,0	75,6	7,4	3,3	0,0	1
06S0141	71,5	2 634	153	0,0	173,5	0,0	0,0	0,0	0,0	9,3	11,6	2,3	0,0	0
06S0143	71,5	671	49	0,0	132,6	0,0	0,0	0,0	0,0	44,7	1,9	4,5	0,0	0
06S0147	8,3	4 498	320	103,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,2	16,7	2,7	0,0	0
06S0148	8,2	7 842	423	104,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,9	1,5	0,0	0
06S0149	8,2	1 650	123	146,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,2	4,9	0,0	0
06S0153	8,2	8 306	504	139,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,2	1,1	0,0	0

Skolans ID	Nationell vikt	Area [A _{temp}]	Antal barn eller elever	Tillförd energi exklusive elektricitet per år, specifik per area [kWh/m ²]						Elektricitet, fastighetsel per år, uppdelad på ändamål och specifik per area [kWh/m ²]				
				Fjärrvärme	Olja	Stads-gas	Fjärr-kyla	Naturgas	Pellets	Elvärme	Fläktar	Pumpar	Kompres-sorer	Övrig fastig-hetsel
06S0154	8,2	6 635	293	157,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,5	4,7	0,0	2
06S0157	8,2	9 666	569	95,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,5	18,3	1,8	0,0	0
06S0159	8,2	3 550	311	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	146,9	15,6	1,0	0,0	0
06S0161	8,2	614	77	0,0	0,0	0,0	0,0	193,6	0,0	26,4	21,0	6,4	0,0	0
06S0162	8,2	701	91	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	133,8	18,1	1,0	0,0	0
06S0169	28,5	902	72	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	135,4	12,8	5,9	8,0	0
06S0174	28,5	1 056	82	115,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,4	2,8	0,0	0
06S0178	88,2	1 762	122	215,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	28,6	1,3	0,0	0
06S0182	88,2	4 718	190	144,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	21,4	2,0	0,0	1
06S0185	88,2	3 100	210	0,0	0,0	0,0	0,0	100,3	0,0	10,8	32,7	3,7	0,0	0
06S0186	88,2	5 230	66	138,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	12,5	1,2	0,0	0
06S0187	88,2	11 164	700	167,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,5	28,1	3,5	0,0	0
06S0189	230,5	793	46	229,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,1	3,2	0,0	0
06S0191	230,5	894	31	298,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,9	3,4	0,0	0
06S0193	114,0	18 637	895	114,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	17,5	3,0	0,0	1
06S0194	118,1	2 737	187	0,0	0,0	0,0	0,0	238,5	0,0	26,7	22,4	3,3	0,0	0
06S0199	37,1	2 888	200	113,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1	15,4	4,1	0,0	0
06S0200	37,8	4 622	230	80,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	16,6	4,2	0,0	0
06S0203	131,6	567	50	173,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,6	4,5	0,0	0
06S0207	11,4	576	767	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	105,9	19,0	2,1	0,0	0
06S0208	11,4	8 278	357	170,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	17,3	2,7	0,1	0
06S0212	11,4	4 961	244	110,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,5	14,8	4,3	0,1	0
06S0215	11,4	8 473	937	118,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,7	0,5	0,0	4
06S0217	11,4	7 853	392	0,0	101,4	0,0	0,0	0,0	0,0	11,4	16,5	3,1	0,0	0
06S0218	11,4	3 754	213	116,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	4,8	1,2	0,0	0

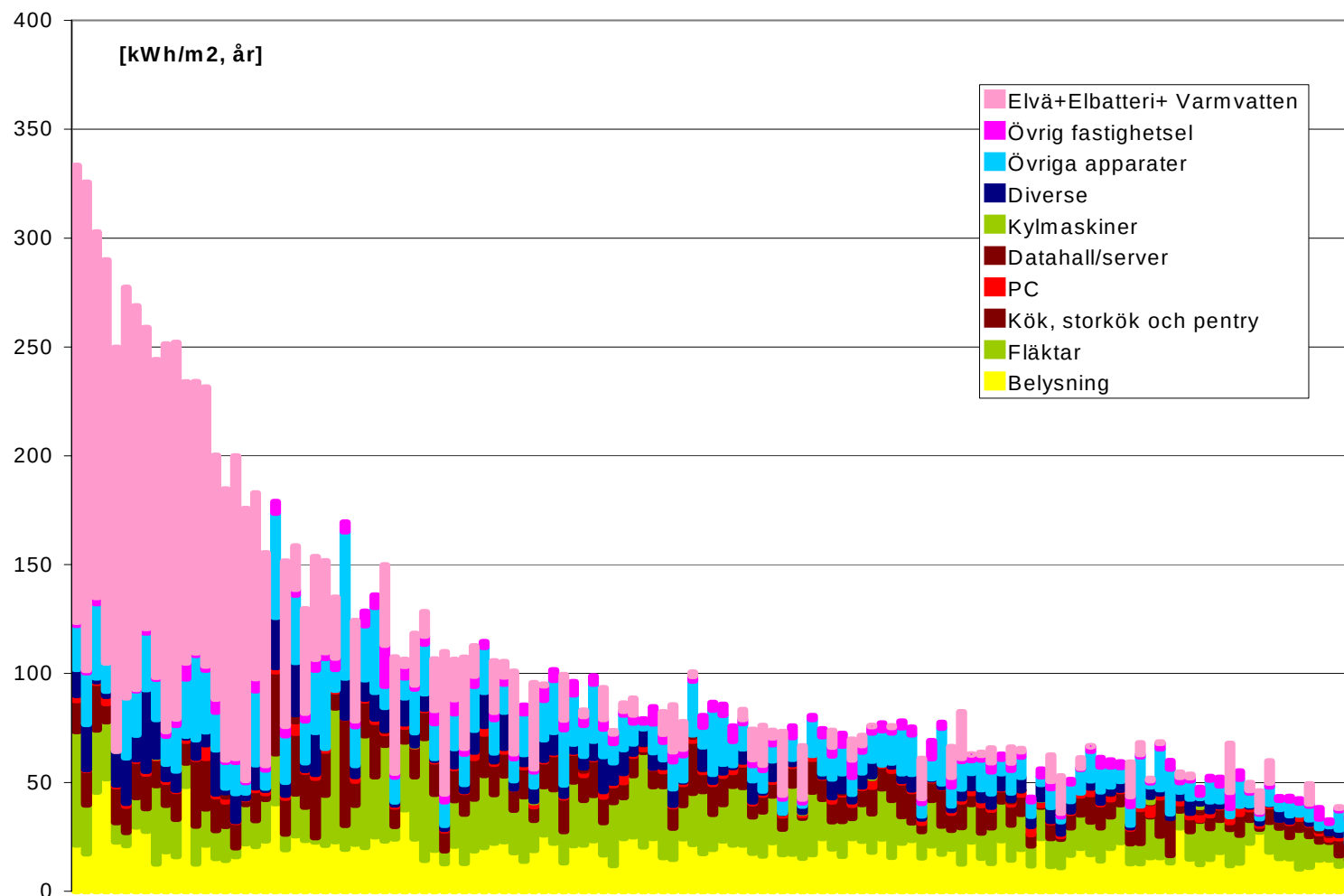
Skolans ID	Nationell vikt	Area [A _{temp}]	Antal barn eller elever	Tillförd energi exklusive elektricitet per år, specifik per area [kWh/m ²]						Elektricitet, fastighetsel per år, uppdelad på ändamål och specifik per area [kWh/m ²]				
				Fjärrvärme	Olja	Stads-gas	Fjärr-kyla	Naturgas	Pellets	Elvärme	Fläktar	Pumpar	Kompres-sorer	Övrig fastig-hetsel
06S0221	11,4	9 909	802	67,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,3	12,4	3,3	0,0	1
06S0222	11,4	1 517	142	121,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	46,4	17,8	2,6	0,0	0
06S0226	11,4	8 865	218	144,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	15,0	1,9	0,0	0
06S0227	11,4	996	244	146,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27,0	6,9	0,0	0
06S0229	11,4	1 588	78	118,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,7	3,5	0,0	0
06S0231	11,4	3 716	294	0,0	0,0	0,0	0,0	86,4	0,0	0,0	33,1	2,5	0,0	0
06S0232	11,4	8 542	519	123,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,0	1,4	0,0	0
06S0233	11,4	11 249	487	137,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	9,2	2,3	0,1	0
06S0235	11,4	3 018	141	123,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,4	12,1	2,1	0,0	0
06S0240	52,4	554	55	139,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,7	4,8	0,0	0
06S0241	52,4	905	94	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	172,7	17,1	2,8	0,0	0
06S0242	52,4	1 221	72	141,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,1	3,3	0,0	0
06S0243	52,4	394	31	0,0	123,9	0,0	0,0	0,0	0,0	7,6	3,4	3,6	0,0	0
06S0247	52,4	363	36	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	152,5	10,6	2,2	0,0	0
06S0253	5,0	3 217	130	0,0	145,2	0,0	0,0	0,0	0,0	15,4	9,3	4,6	0,0	1
06S0254	5,0	1 231	73	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	66,7	6,0	3,6	0,0	0
06S0257	8,3	1 978	33	271,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,0	14,8	4,6	0,0	0
06S0260	121,6	2 070	99	0,0	175,8	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	16,9	3,0	0,0	0
06S0261	121,6	4 090	241	137,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	30,9	5,3	0,0	0
06S0264	510,8	774	64	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	87,6	11,8	5,6	0,0	0
06S0268	102,0	5 618	239	179,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,7	9,3	7,8	0,0	0
06S0272	7,1	8 939	646	137,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	14,4	2,9	0,0	0
06S0274	7,1	10 882	944	79,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	18,7	1,0	0,0	3
06S0276	7,1	3 874	149	160,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,8	2,1	0,0	0
06S0278	17,0	711	74	196,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,9	4,1	0,0	0

Skolans ID	Nationell vikt	Area [A _{temp}]	Antal barn eller elever	Tillförd energi exklusive elektricitet per år, specifik per area [kWh/m ²]						Elektricitet, fastighetsel per år, uppdelad på ändamål och specifik per area [kWh/m ²]				
				Fjärrvärme	Olja	Stads-gas	Fjärr-kyla	Naturgas	Pellets	Elvärme	Fläktar	Pumpar	Kompres-sorer	Övrig fastig-hetsel
06S0282	91,9	14 758	1 224	107,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,2	3,3	0,0	0
06S0283	102,0	5 044	280	99,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	22,0	6,7	0,0	0
06S0288	122,6	5 365	113	177,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,4	18,8	3,7	0,0	0
06S0289	105,0	1 673	186	117,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	43,4	1,6	0,0	0
06S0296	54,3	2 161	60	0,0	144,9	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	1,0	2,3	0,0	0
06S0297	54,3	3 085	205	143,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,2	18,8	1,8	0,0	0
06S0298	54,3	295	48	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	197,3	5,9	0,0	0,0	0
06S0299	305,5	476	33	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	139,4	10,7	7,2	0,0	0
06S0302	18,0	618	57	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	192,8	13,4	0,7	0,0	0
06S0304	18,0	881	76	97,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,7	14,2	3,8	0,0	1
06S0306	18,0	835	62	234,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,8	28,7	1,9	0,0	0
06S0313	18,0	437	27	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	140,3	17,4	1,1	0,0	0
06S0315	18,0	612	64	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	66,1	15,2	0,6	0,0	3
06S0320	18,0	632	50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	160,9	36,0	0,8	0,0	0
06S0323	18,0	1 829	62	65,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	44,1	22,6	2,5	0,0	0
06S0340	107,2	129	22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	202,0	26,2	0,0	0,0	0
06S0350	337,5	1 051	55	0,0	0,0	0,0	0,0	99,1	0,0	0,0	14,8	3,6	0,0	0
06S0359	102,0	7 044	261	148,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	10,3	1,1	0,0	0
06S0373	136,0	449	54	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	188,6	28,7	2,6	0,0	0
06S0381	7,1	5 977	293	149,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,9	1,4	0,0	0
06S0391	17,0	815	68	128,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,8	2,3	0,0	0
06S0417	75,7	501	30	0,0	143,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	29,1	5,8	0,0	0
06S0602	9,8	12 083	953	145,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,5	12,9	1,7	0,0	0
06S0603	9,7	5 045	269	170,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	26,7	2,1	0,0	0
06S0605	9,7	8 302	329	135,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,0	1,1	0,0	0

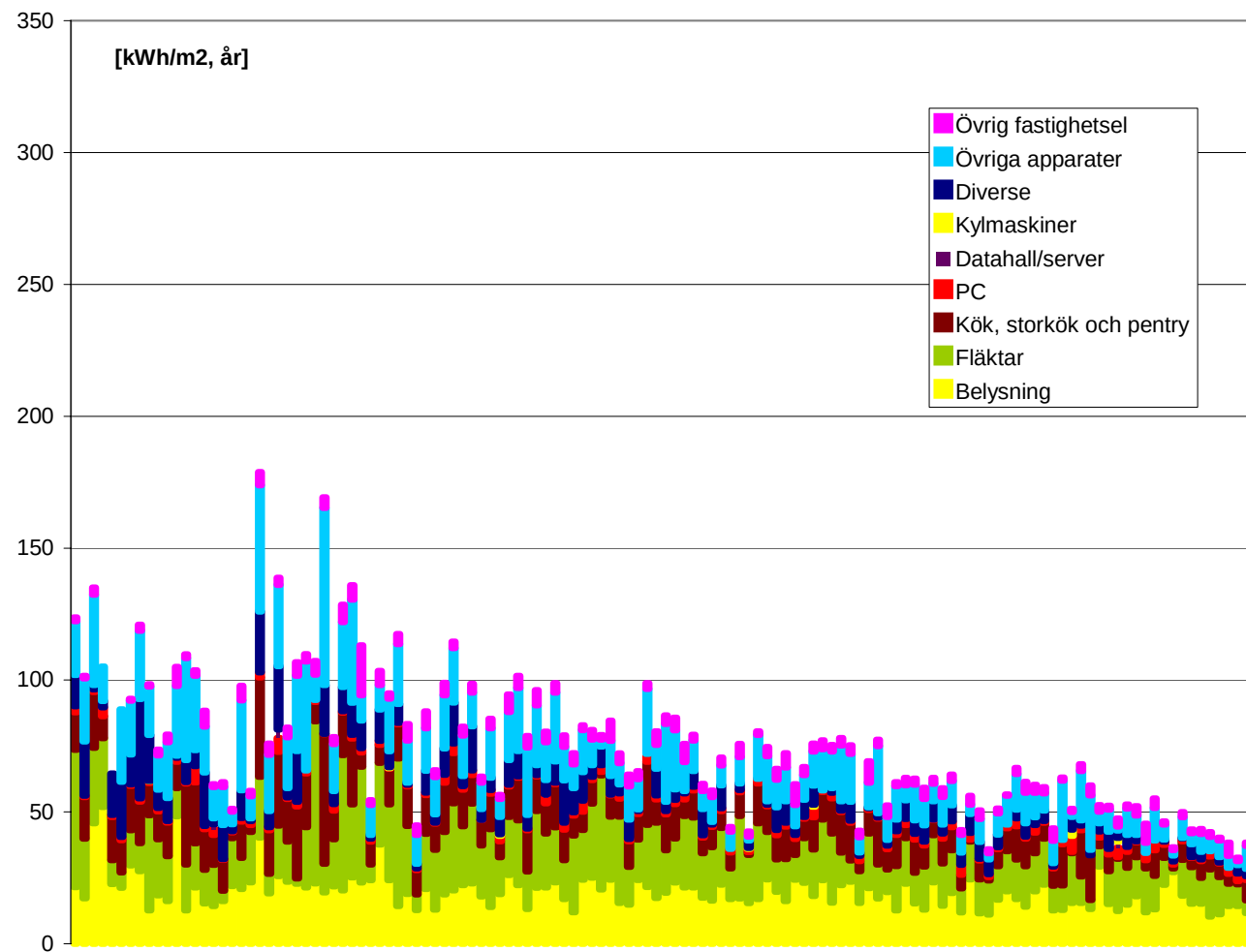
Skolans ID	Nationell vikt	Area [A _{temp}]	Antal barn eller elever	Tillförd energi exklusive elektricitet per år, specifik per area [kWh/m ²]						Elektricitet, fastighetsel per år, uppdelad på ändamål och specifik per area [kWh/m ²]				
				Fjärrvärme	Olja	Stads-gas	Fjärr-kyla	Naturgas	Pellets	Elvärme	Fläktar	Pumpar	Kompres-sorer	Övrig fastig-hetsel
06S0607	9,8	6 811	410	104,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	13,9	1,5	0,0	0
06S0608	9,7	3 706	326	151,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	43,8	7,2	0,0	12
06S0609	9,7	8 775	740	114,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,7	16,9	1,4	0,0	0
06S0619	9,7	2 283	225	118,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	35,1	25,7	6,2	0,0	0
06S0621	9,7	7 466	710	144,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,3	9,1	1,8	0,0	0
06S0624	9,7	5 072	624	107,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,5	29,1	4,2	0,0	0
06S0628	9,7	4 562	628	228,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,3	19,2	2,3	0,0	0
06S0629	9,7	4 891	629	97,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,7	2,5	0,0	0
06S0632	9,7	949	100	161,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	16,6	7,2	0,0	0
06S0633	9,7	1 620	290	108,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,4	1,4	1,0	0,0	0



Figur 98 Tillförd energi per skola, specifikt per areaenhet och år



Figur 99 Elanvändningens fördelning på användningsområden, specifikt per area och år inklusive elvärme



Figur 100 Elanvändningens fördelning på användningsområden, specifikt per area och år exklusive elvärme

Bilaga 6 Metodbeskrivning av mätning av RF/temp

Utförande

I samband med besiktningarna har temperatur och RF loggrar placerats ut. En logger har placerats utomhus företrädesvis mot norr och ej mot solutsatt läge. En logger har i möjligaste mån placerats i ett representativt och ej solutsatt klassrum.

Mätningen av temperatur och RF har utförts under sju dagar i huvudetappen, i pilotprojektet pågick mätning under ca två veckor. I enstaka fall har mätperioden blivit något kortare. Under mätperioden har temperatur och RF loggats var 10:e minut i pilotstudien och var 15:e minut i huvudstudien.

Utrustning

Mätningarna har huvudsakligen utförts med 56 stycken temperatur- och RF loggrar av märket Tinytag Ultra. Vissa av loggrarna har kalibrerats av laboratorium vid två olika temperaturer och RF nivåer. Samtliga loggrar har sedan samkörts mot de kalibrerade loggrarna vid rumstemperatur.

I några fall har temperatur och RF loggrar av märket Hobo Pro series använts. Dessa loggrar har kalibrerats eller samkörts mot de kalibrerade loggrarna på samma sätt.

Mätosäkerheten i temperatur för loggrarna är enligt tillverkaren mellan $\pm 0,2 - 0,3$ °C vid rumstemperatur. Mätosäkerheten ökar något vid högre och lägre temperaturer.

Mätosäkerheten för den relativa fuktigheten ligger generellt mellan $\pm 3-5$ % oavsett fuktighet och temperatur. Vid fuktnivåer nära 100 % blir osäkerheten högre pga av fuktutfällning på givarna.

Redovisning av RF- och temperaturloggning

Resultaten av mätningarna redovisas både med mätvärden samt i diagramform. Redovisade parametrar är temperatur, relativ fuktighet (RF) samt ånghalt. Ånghalten har beräknats fram med hjälp av uppmätt temperatur och relativ fuktighet.

Värden för temperatur, RF, ånghalt och ånghaltsskillnad mellan inne och ute redovisas med medel-, max-, min- samt typvärde, dels för hela mätperioden och dels för en utvald typdag. För temperatur och RF redovisas också standardavvikelsen.

Resultaten redovisas i tre olika diagram. I ett diagram redovisas temperatur och relativ fuktighet för ute- och inneluften under hela mätperioden. I ett annat separat diagram redovisas en utvald typdag med motsvarande värden. I ett tredje diagram redovisas den beräknade ånghalten ute och inne samt skillnaden mellan dessa. Diagrammet för typdagen redovisar uppmätta värden mellan kl 06 och 18 medan de statistiska värdena i tabellen avser perioden mellan kl 09 och 15.

Typdagen har valts ut utifrån kriteriet att antingen temperatur eller relativa fuktigheten ska skilja sig från snittet under mätperioden, men fortfarande avse en dag med verksamhet i lokalerna. Genom att titta närmare på en ”avvikande” dag, kan man möjligen fånga in om man har problem med belastningar från utvändigt sol, internlast från elever eller liknade. Mätperioden har dock varit begränsad vilket innebär att typdagen i många fall motsvarar en normaldag för perioden.

Mätningarna har syftat till att användas som delunderlag vid bedömning av temperatur och relativ fuktighet i skolorna för frågorna 3252 och 3253.

Mätresultaten kan användas till att studera bl a följande:

- Utetemperaturens påverkan på innetemperaturen
- Inverkan av värmekapaciteten i byggnaden.
- Effekten av vald styrning av värme och ventilation.
- Fukttillskott i inneluften.
- Problem med solinstrålning.