

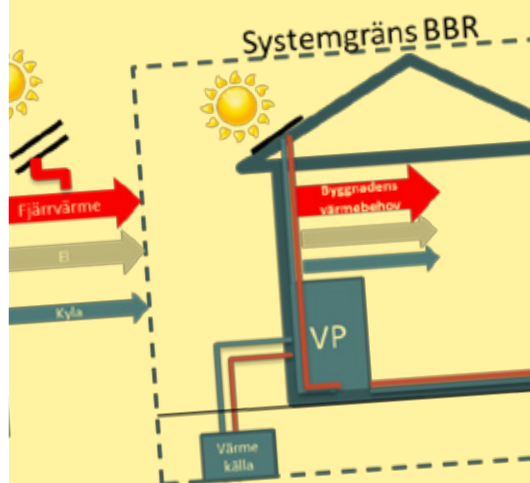
MILJÖKLASSNINGSSYSTEM FÖR FJÄRRVÄRMEUPPVÄRMDA BYGGNADER



RAPPORT 2013:16

Boverkets byggregler - BBR

Metoden för resultaten i Miljöbyggnad och BREEAM används inom Boverkets Byggregler (BBR) för att beräkna den specifika energianvändningen. Detta efter den svenskanpassade preliminära versionen av BBRs minimikrav för byggnadens specifika energiprestanda (BREEAM-SE). I byggnadens specifika energiprestanda ingår uppvärmning, varmvatten och kyla men även byggnadens drift, se definitioner i kapitel 8. Som synes ingår även till systemgränsen som ingår i Boverkets definition, det som allmänt brukar kallas för köpt energi.



Enkelt illustrerad av hur systemgränserna för vilka minimikrav för specifik energianvändning. All energi från vatten som tillförs byggnaden inom systemgränsen ingår i byggnadens specifika energiprestanda.

Om vatten som tillförs byggnaden innanför systemgränsen för kylning från berg/jord/luft och vatten behöver inte ingå i beräkningen enligt BBR. Detta kan tyckas vara rimligt eftersom dessa fritt flödande energikällor intuitivt kan uppfattas som "gratis" från naturen. Paradoxen kommer dock då dessa källor utanför systemgränsen ska inkluderas i byggnadens specifika värme som en värmepump i fjärrvärmesystemet hanteras. I ett fiktivt fall med ett hus som har fjärrvärme.

Miljöklassningssystem för fjärrvärmeuppvärmda byggnader

BERÄKNINGAR

JENNY ARNELL

FREDRIK MARTINSSON

ISBN 978-91-7381-114-9

© 2013 Svensk Fjärrvärme AB

FÖRORD

Miljömärkning av byggnader växer. Det finns flera orsaker till det. Svenska och utländska fastighetsägare vill kvalitetssäkra sina hus genom att miljömärka dem. Banker och finansinstitut ger mer fördelaktiga villkor till miljömärkta byggnader och många kunder, speciellt multinationella, kräver att vara lokaliserade i miljömärkta byggnader. Miljömärkningssystemen ställer också krav på byggbranschen att snabba på utvecklingen av miljöanpassade och energieffektiva byggnader.

Det finns många miljömärkningssystem för byggnader på marknaden, men i Sverige handlar det främst om Miljöbyggnad, det brittiska systemet BREEAM och det amerikanska LEED. Den här studien, där också flerbostadshus och kontor ingår, ökar kunskapen om hur fjärrvärmevärmda byggnader kommer ut i dessa tre system.

Projektet har utförts av Jenny Arnell och Fredrik Martinsson, IVL, Svenska Miljöinstitutet. Referensgrupp till projektet har gruppen Effektiv slutanvändning varit. Detta är en undergrupp till Svensk Fjärrvärmes omvärldsråd och har under projektets bestått av Annika Widmark Sjöstedt, E.ON, Mats Fredrison, E.ON, Charlotta Klintberg, Öresundskraft, Lars Holmquist, Göteborg Energi, Joakim Holm, Tekniska verken i Linköping, Emilia Bjerlestam, Vattenfall, Kerstin Mundt, Norrenergi, Christer Boberg, Fortum, Jeanette Dackland, Sundsvall Energi och Cecilia Öhman, Svensk Fjärrvärme.

Projektet ingår i forskningsprogrammet Fjärrsyn, som finansieras av Svensk Fjärrvärme och Energimyndigheten. Forskningen inom Fjärrsyn ska stärka fjärrvärme och fjärrkyla, uppmuntra konkurrenskraftig affärs- och teknikutveckling och skapa resurseffektiva lösningar för framtidens hållbara energisystem till nytta för fjärrvärmebranschen, kunderna, miljön och för samhället i stort.

Christian Schwartz
Ordförande i Svensk Fjärrvärmes omvärldsråd

Rapporten ingår också i IVL Svenska Miljöinstitutets rapportserie med nummer B2094. Rapporten är godkänd av John Munthe, Forskningschef, IVL Svenska Miljöinstitutet AB.

Rapporten redovisar projektets resultat och slutsatser. Publicering innebär inte att Fjärrsyns styrelse eller Svensk Fjärrvärme har tagit ställning till innehållet.

SAMMANFATTNING

Idag efterfrågas i allt större utsträckning certifiering och miljömärkning av såväl varor och tjänster som byggnader. En certifiering eller klassning av en byggnad innebär att ett antal uppställda mål för miljöprestanda måste uppfyllas¹. De finns idag ett flertal olika miljöklassningssystem på marknaden. Gemensamt är att användandet av miljöklassningssystem har sin utgångspunkt i att bidra till förbättringar inom byggsektorns arbete kring miljöfrågor, exempelvis effektivare energianvändning, minskad miljöpåverkan och bättre inomhusmiljö. En miljöklassning av en byggnad är en bedömning av hur miljömässigt hållbar en byggnad är där genomförd klassning skall vara tredjepartsgranskad. Genom att använda ett certifieringssystem för att utvärdera en befintlig eller projekterad byggnads miljömässiga hållbarhet kan en byggnad erhålla ett certifikat. Förutom lägre energikostnader, bättre inomhusmiljö med mera är certifieringen också ett led i kommunikation och marknadsföring. Många multinationella företag har exempelvis som norm att använda en viss typ av miljöklassning för alla sina byggnader.

Det finns ett flertal nationella miljöklassningssystem, exempelvis Miljöbyggnad, GreenBuilding och Svanen. Amerikanska systemet LEED och det brittiska systemet BREEAM används också i Sverige och nationella anpassningar håller på att tas fram. För BREEAM har en svensk anpassning föreslagits, som skickats på remiss under våren 2013, det är detta förslag som beräkningarna i denna studie grundar sig på. I LEED finns en viss anpassning till de svenska förhållandena vad gäller fjärrvärme och fjärrkyla.

Detta projekt har analyserat hur olika uppvärmningssystem påverkar slutresultaten enligt några miljöklassnings- och certifieringssystem. I denna studie har tre olika fjärrvärme- och fjärrkylanät samt värmepump och kylmaskin studerats. Ett kontor respektive ett flerbostadshus har använts som typhus för beräkningarna. Resultaten har också satts i ett större sammanhang där resurseffektivitet och miljöbelastning diskuteras. I tabellen nedan presenteras en sammanställning av resultaten för de olika fallstudierna som ingått i studien. Det orangefärgade fältet visar de fallstudier som har fjärrvärme och fjärrkyla medan de två kolumnerna till höger anger fallstudien med värmepump och kylmaskin. Maximala poäng för respektive klassningssystem för området Energi är: för Miljöbyggnad Guld, för BREEAM 19 poäng och för LEED 19 poäng.

¹ I Miljöbyggnad kan dock en byggnad även anges som klassad vilket innebär att minikraven för att uppnå ett betyg inte har uppnåtts

Sammanställning av resultat av poängberäkningarna i fallstudier som inkluderar en kontorsbyggnad.

Ort	Solna-Sundbyberg		Linköping		Göteborg		Solna/Linköping	
Uppvärmning	Fjärrvärme		Fjärrvärme		Fjärrvärme		Värmepump	
Kyla	Fjärrkyla		Fjärrkyla		Fjärrkyla		Kylmaskin	
Elanvändning	Bra Miljöval	Nordisk elmix	Bra Miljöval	Nordisk elmix	Bra Miljöval	Nordisk elmix	Bra Miljöval	Nordisk elmix
Miljöbyggnad	BRONS	BRONS	BRONS	BRONS	SILVER	SILVER	BRONS	BRONS
BREEAM	6	5	5	2	5	2	14	13
LEED	19	19	19	19	19	19	19	19
Primärenergifaktor	0.32	0.32	0.33	0.33	0.29	0.29	0.34	0.71

Sammanställning av resultat av poängberäkningarna i fallstudier som inkluderar en flerbostadshuset.

Ort	Solna-Sundbyberg		Linköping		Göteborg		Solna/Linköping	
Uppvärmning	Fjärrvärme		Fjärrvärme		Fjärrvärme		Värmepump	
Kyla	Fjärrkyla		Fjärrkyla		Fjärrkyla		Kylmaskin	
Elanvändning	Bra Miljöval	Nordisk elmix	Bra Miljöval	Nordisk elmix	Bra Miljöval	Nordisk elmix	Bra Miljöval	Nordisk elmix
Miljöbyggnad	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	GULD	SILVER
BREEAM	13	13	9	9	9	9	14	11
LEED	19	19	19	19	19	19	19	19
Primärenergifaktor	0.31	0.31	0.29	0.29	0.36	0.36	0.42	0.86

Resultat

En generell slutsats från studien är att det inte går att se någon gemensam trend för slutresultaten inom de olika miljöklassningssystemen. LEED ger högsta resultat för samtliga alternativ, BREEAM ger favör åt värmepumpsalternativen medan Miljöbyggnad ger vissa fall fördel fjärrvärme och vissa fall fördel för värmepump.

- Elanvändningen för drift och verksamhet/hushåll utgör ungefär hälften av energianvändningen vilket gör att elens ursprung spelar större roll än vilket uppvärmningsalternativ som används (gäller främst Miljöbyggnad). Flerbostadshuset med fjärrvärme och fjärrkyla har generellt lägre primärenergiförbrukning för uppvärmningen och kylan än värmepumpsalternativet men detta utgör ingen större skillnad då all primärenergiförbrukning för byggnaden summeras eftersom el står för en så mycket större andel av totala primärenergiebehovet. Att välja Bra Miljöval el är den enskilt viktigaste

faktorn för resultatet av koldioxid- och primärenergiberäkningarna ur ett bokföringsperspektiv.

- Val av uppvärmningssystem, oavsett val av energislag, blir avgörande för kontorets resultat inom BREEAM och spelar även en liten roll för flerbostadshuset. 25 procent av poängen inom energiområdet avgörs på grund av olikartade kriterier för en eluppvärmd respektive ej eluppvärmd byggnad.
- De avgörande skillnaderna mellan en byggnad med fjärrvärme och en med värmepump uppkommer vid bedömning av energieffektivitet och inte vid bedömning av energianvändningens miljöpåverkan.
- Beräknad energianvändning för referenshus i LEED har en större inverkan på resultatet än val av uppvärmningssystem och system för komfortkyla samt ursprunget på energikällan som tillförs dessa.
- Fjärrvärmens och fjärrkylans märkt med Bra Miljöval får något högre betyg i Miljöbyggnad och BREEAM:s respektive miljövärderingsberäkningar för någon av kombinationerna. En avgörande faktor till det högre betyget är att elenergin som används i fjärrvärmens och fjärrkylans är klassad som vattenkraftsel enligt de kriterierna som finns i Bra Miljöval värmeenergi och kyla.

Rapportförfattarna vill poängtera att trots eventuella brister i klassningssystemens beräkningssätt av energianvändningens miljöpåverkan, är arbetet med att miljöklassa byggnader en mycket viktig del av arbetet mot ett mer energieffektivt byggnadsbestånd.

SUMMARY

The demand of certification and eco-labelling of products and buildings is increasing. Certification or classification of a building means that a number of established performance targets must be fulfilled. There are currently a number of different classification systems on the market. The use of environmental classification systems has its starting point in contributing to improvements in the building sector's environmental performance, e.g. regarding energy efficiency improvement, reduced environmental impact and improved indoor environment. An environmental classification is an assessment of the building's environmental sustainability. The completed classification shall be third party audited. After the evaluation of an existing or projected building's environmental sustainability, the building may receive a certificate. Certification is also a part of communication and marketing. Multinational companies have in some cases put up norms to use a particular type of environmental classification for all their buildings.

There are several national environmental classification systems, such as Miljöbyggnad, Green Building and Svanen (Eco-labelling Sweden). LEED (from US) and BREEAM (from UK) system are also used in Sweden and national adaptations are being developed. For BREEAM, a Swedish adaptation has been suggested and sent for consultation in spring 2013. This version of BREEAM has been used in this study. (Note: the final version was released 5th of May 2013 after this report was completed). There is also a Swedish adaptation of LEED in terms of district heating and cooling.

This project has analysed to what extent the choice of heating system affects the final results of some certification systems. Three different district heating and cooling networks have been studied and compared to heat pump and electric chiller. One office and one apartment block have been used as case studies in the calculations. The results have also been put in a larger context where resource efficiency and environmental impact are discussed. The table below presents an overview of the results of the different case studies included in the study. The orange fields show the case studies that use district heating and cooling, while the two columns on the right indicate the case study with heat pump and electric chiller. Maximum point in the energy field is Gold for Miljöbyggnad, 19 for BREEAM and 19 for LEED.

Summary of results for the office

City	Solna-Sundbyberg		Linköping		Göteborg		Solna/Linköping	
Heating	District heating		District heating		District heating		Heat pump	
Cooling	District cooling		District cooling		District cooling		Chiller	
Electricity	Bra Miljöval	Nordic production mix	Bra Miljöval	Nordic production mix	Bra Miljöval	Nordic production mix	Bra Miljöval	Nordic production mix
Miljöbyggnad	BRONZ	BRONZ	BRONZ	BRONZ	SILVER	SILVER	BRONZ	BRONZ
BREEAM	6	5	5	2	5	2	14	13
LEED	19	19	19	19	19	19	19	19
Primary energy factor	0.32	0.32	0.33	0.33	0.29	0.29	0.34	0.71

Summary of results for the apartment block

City	Solna-Sundbyberg		Linköping		Göteborg		Solna/Linköping	
Heating	District heating		District heating		District heating		Heat pump	
Cooling	District cooling		District cooling		District cooling		Chiller	
Electricity	Bra Miljöval	Nordic production mix	Bra Miljöval	Nordic production mix	Bra Miljöval	Nordic production mix	Bra Miljöval	Nordic production mix
Miljöbyggnad	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	GOLD	SILVER
BREEAM	13	13	9	9	9	9	14	11
LEED	19	19	19	19	19	19	19	19
Primary energy factor	0.31	0.31	0.29	0.29	0.36	0.36	0.42	0.86

Conclusions

A general conclusion from this study is that there is no common trend for the final results of the classification systems. LEED gives maximum results for all alternatives; BREEAM gives favour to the heat pump options while Miljöbyggnad in some cases benefits district heating and in some cases the heat pump.

- Domestic electricity and electricity for buildings' purposes represent about half of the total energy consumption which means that the type of electricity is more important than any heating options used (mainly applies to Miljöbyggnad). The apartment block with district heating and cooling generally has lower primary energy consumption for heating and cooling than the heat pump option. However, when all primary energy

consumption for the building is summarized, the effect is smaller since the electricity use accounts for a much larger share of total primary energy demand. Choosing green electricity (Bra Miljöval) is the single most important factor in the outcome of the carbon dioxide and primary energy calculations from a bookkeeping perspective.

- Choice of heating system for the office, regardless of energy source, is crucial for the BREEAM results. 25 percentage of the point's origin directly from the fact that there are different criteria for electricity heated and non-electricity heated buildings according to BREEAM.
- The central differences between a building with district heating and heat pump result from the calculated energy efficiency and not from the environmental impact of the energy utilization.
- Estimated energy consumption for the reference building in LEED is more important than the choice of heating and cooling systems.
- The results for district heating and cooling, classified as Bra Miljöval, are in some of the combinations better in the Miljöbyggnad and the BREEAM certification systems. This is mainly due to the criterias of Bra Miljöval heating and cooling. The electricity used in heat pumps must be Bra Miljöval or similar.

It is important to point out that despite any shortcomings in the classification systems; the environmental classification of buildings is a very important part of the work towards a more energy efficient building stock.

INNEHÅLL

1	INLEDNING	13
1.1	SYFTE OCH MÅL	13
2	METOD	15
2.1	BESKRIVNING AV TYPHUS	16
2.2	BOVERKETS BYGGREGLER - BBR	18
2.2.1	Specifik energianvändning i lokaler	20
2.3	FJÄRRVÄRMENÄT, BESKRIVNING	21
2.3.1	Solna-Sundbyberg – Norrenergi	21
2.3.2	Linköping – Tekniska Verken	22
2.3.3	Göteborg – Göteborg Energi	24
2.4	PRIMÄRENERGIFAKTORER OCH EMISSIONS- FAKTORER FÖR VÄXTHUSGASER	25
2.5	AVGRÄNSNINGAR	26
3	MILJÖKLASSNINGSSYSTEM	28
3.1	ALLMÄNT	28
3.2	MILJÖBYGGNAD	28
3.3	BREEAM	29
3.4	LEED	30
3.5	EN JÄMFÖRELSE MELLAN MILJÖBYGGNAD, LEED OCH BREEAM	30
3.1	MILJÖKLASSNING I SVERIGE IDAG	32
3.2	UPPVÄRMNINGSSYSTEM I BYGGNADER	34
3.3	TOTAL ENERGIANVÄNDNING INOM BOSTÄDER OCH SERVICE	35
4	ENERGIRELATERADE POÄNG I KLASSNINGSSYSTEMEN	37
4.1	TOTALT INOM ENERGIOMRÅDET	37
4.1.1	BREEAM	37
4.1.2	LEED	38
4.1.3	Miljöbyggnad	38
4.2	DELPOÄNG I DENNA STUDIE	39
4.2.1	Miljöbyggnad	39
4.2.2	BREEAM	43
4.2.3	Frågetecken kring Ene 5	46
4.2.4	LEED	47

5	RESULTAT OCH ANALYS	49
5.1	RESULTAT FÖR MILJÖBYGGNAD	51
5.1.1	Val av energislag – Flerbostadshuset	51
5.1.2	Totalt för området energi – Flerbostadshuset	52
5.1.3	Andel av energislag – Kontoret	54
5.1.4	Totalt för området energi – Kontoret	55
5.2	RESULTAT FÖR BERÄKNINGAR MED BREEAM	57
5.2.1	Flerbostadshus	57
5.2.2	Kontor	58
5.3	RESULTAT FÖR BERÄKNINGAR MED LEED	59
5.4	BERÄKNINGAR AV PRIMÄRENERGI OCH VÄXTHUSGASUTSLÄPP	61
6	DISKUSSION	65
6.1.1	Energi endast en del av de ingående parametrarna som klassas	65
6.1.2	Val av ursprung på el viktig	65
6.1.3	Ej teknikneutrala BBR-regler	65
6.1.4	Betydelsen av Bra Miljöval värme och kyla	66
6.2	MILJÖBYGGNAD	66
6.2.1	Val av specifika schabloner för andel fossilt i avfall och spillvärme	67
6.2.2	Skillnad i resultat då generella värden från SGBC-verktyget används	67
6.2.3	Förändrat sätt att beräkna energislag för värmepumpar	68
6.3	BREEAM	69
6.3.1	Ene 1	69
6.3.2	Beräkningstekniska detaljer i Ene 5	70
6.4	LEED	71
7	SLUTSATSER	72
7.1	MILJÖBYGGNAD	72
7.2	BREEAM	73
7.3	LEED	73
8	ORDLISTA	74
9	REFERENSER	76
	BILAGA 1 – KÄNSLIGHETSANALYSER- MILJÖBYGGNAD	78
	BILAGA 2 – PRIMÄRENERGI- OCH EMISSIONS-FAKTORER	79

1 INLEDNING

Idag efterfrågas i allt större utsträckning certifiering och miljömärkningar av såväl varor och tjänster som byggnader. Genom att certifiera eller klassa en byggnad innebär det att ett antal uppställda mål för miljöprestanda måste uppfyllas. Dessa är dock olika för olika klassningssystem men gemensamt är att målet är en högre prestanda och hjälp med prioriteringar och möjlighet till uppföljning och styrning. Det finns ett antal olika certifieringssystem för byggnader och användandet av dessa ökar kraftigt. En miljöklassning av en byggnad är en bedömning av hur miljömässigt hållbar en byggnad är där genomförd klassning skall vara tredjepartsgranskad. Genom att använda ett certifieringssystem där genomgång och uppföljning av olika hållbarhetsaspekter görs, kan en byggnad erhålla ett certifikat. Förutom en förhoppning om lägre energikostnader och bättre inomhusmiljö med mera är certifieringen också ett led i företags och organisationers kommunikation och marknadsföring. Många multinationella företag har exempelvis som norm att använda en viss typ av miljöklassning för alla sina byggnader.

På grund av den mångfald av olika klassningssystem, och komplexiteten i hur dessa är uppbyggda, är det i dagsläget svårt att veta hur de egentligen påverkar miljöprestandan hos den klassade byggnaden. Kan exempelvis ett högt betyg inom ett klassningssystem ge ett betydligt lägre inom ett annat? Vad är det i så fall som avgör detta? En uppenbar risk finns att osäkerheten kring om betyget verkligen säger något urholkar trovärdigheten för klassningssystem och att det endast blir en skrivbordsprodukt. En annan risk är att om ett högt betyg uppnås allt för lättvindigt kommer det att leda till en felaktig tro att förbättringar uppnås och vi får byggnader som står i kanske 100 år med en fortsatt hög miljöbelastning.

Projektet finansieras av Svensk Fjärrvärmes forskningsprogram Fjärrsyn samt Formas och Naturvårdsverket via Stiftelsen IVL.

1.1 Syfte och mål

Projektet syftar till att genom beräkningar av miljöprestanda enligt tre miljöklassningssystem för byggnader – Miljöbyggnad (SGBC, 2012a), LEED (USGBC, 2010) och BREEAM (BRE Global Ltd & SGBC, 2013) – samt med hjälp av primärenergifaktorer, analysera uppvärmning med fjärrvärme och värmepump. Målet är att kunna identifiera hur val av uppvärmningssystem, system för komfortkyla samt miljöprestandan på köpt energi, påverkar byggnadens betyg inom respektive miljöklassningssystem. Resultaten har sedan satts i ett större sammanhang där resurseffektivitet och miljöbelastning diskuteras.

I denna rapport redovisas;

- beräkningar för de energirelaterade poäng eller indikatorer som finns i Miljöbyggnad, LEED samt BREEAM,
- beräkningar av primärenergiförbrukning samt emissioner av växthusgaser för fjärrvärme- respektive värmepumpsalternativen och
- en analys av hur klassningssystemen behandlar fjärrvärme respektive värmepump som uppvärmningssystem.

2 METOD

Beräkningar har utförts för ett flerbostadshus samt för ett kontor för vilka två olika typhus har valts ut. Dessa typhus representeras av två objekt från SKANSKA, se ytterligare detaljer kring typhusen i kapitel 2.1. Tre fjärrvärme- och fjärrkylanät med olika produktionssammansättning och bränslemix har definierats för att studera hur skillnader mellan dessa avspeglar sig i resultatet, se fler detaljer kring dessa i kapitel 2.3. En typvärmepump och en typkylmaskin har definierats i form av effektivitetsfaktorer på årsbasis för respektive typbyggnad. Två olika typer av ursprung på elenergi har studerats; nordisk elmix och Naturskyddsföreningens Bra Miljöval Elenergi. Inom de olika systemen finns dock olika föreskrifter på vilken elenergi som ska antas i olika sammanhang vilket gör att de två valen inte gått att välja konsekvent överallt. Samtliga val av ingångsvärden presenteras i Tabell 1.

Tabell 1. Beskrivning av de olika val av ingångsvärden som varierats i beräkningarna för flerbostadshuset respektive kontoret

Typhusets placering	Solna-Sundbyberg		Linköping		Göteborg		Södra och mellan-Sverige (Zon III)	
Typhus	Flerbostads-hus	Kontor	Flerbostads-hus	Kontor	Flerbostads-hus	Kontor	Flerbostads-hus	Kontor
Uppvärmning	Fjärrvärme (Bra Miljöval)		Fjärrvärme		Fjärrvärme		Värmepump ²	
Komfortkyla	Fjärrkyla (Bra Miljöval)		Fjärrkyla		Fjärrkyla		Kylmaskin ³	
Ursprung på el ⁴	Bra Miljöval	Nordisk elmix	Bra Miljöval	Nordisk elmix	Bra Miljöval	Nordisk elmix	Bra Miljöval	Nordisk elmix

Sammantaget ger dessa val alltså 8 olika kombinationer för respektive typhus varav 6 av kombinationerna innefattar fjärrvärme och fjärrkyla medan 2 kombinationer representerar byggnader med värmepump och kylmaskin.

Eftersom studerade ingångsvärden främst påverkar resultatet inom energiområdet för respektive miljöklassningssystem har endast *indikatorer* (se definitioner i kap 8) som berör energi studerats. Övriga indikatorer, exempelvis rörande inomhusmiljö påverkas inte av val av uppvärmningssystem. Urvalet av *indikatorer* att inkludera i beräkningarna har gjorts genom att analysera dels vilka indikatorer som påverkas av

² Årsvärmefaktor på 2.5 för flerbostadshuset och 3.5 för kontoret har valts i grundfallet

³ En säsongskylfaktor på 4 för flerbostadshuset och 5.5 för kontoret har valts för kylmaskinen i grundfallet

⁴ I vissa fall används medelvärde för all nordisk el och andra fall används residualmix då ursprungsmärkt el avräknats från mixen, beroende på vad respektive manual i miljöklassningssystemen föreskriver.

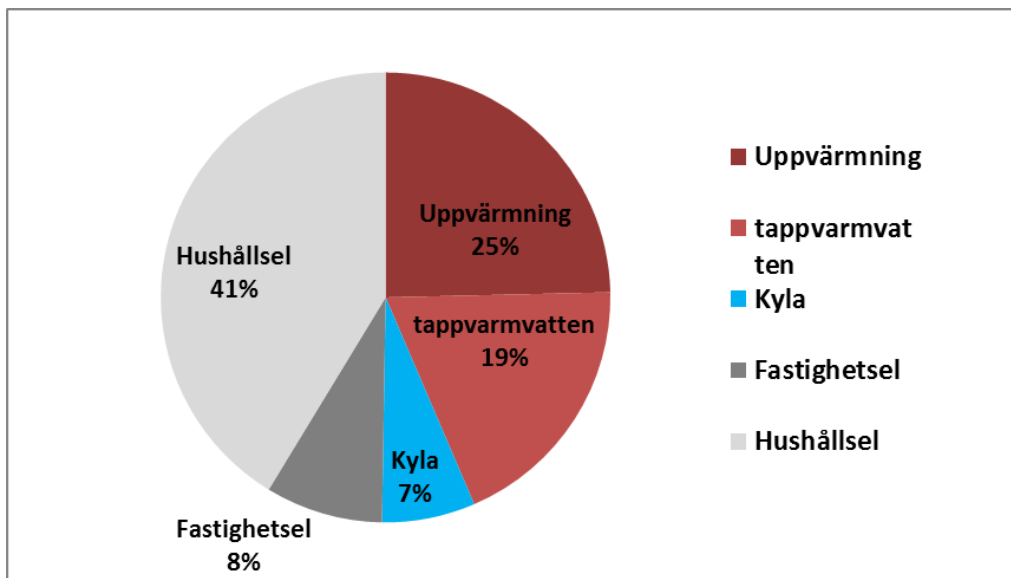
uppvärmnings- och kylsystem och dels om valet av energislag påverkar resultatet. Sammantaget har två *indikatorer* analyserats inom BREEAM, tre inom Miljöbyggnad och en inom LEED, se mer detaljer kring dessa i kapitel 3.

2.1 Beskrivning av typhus

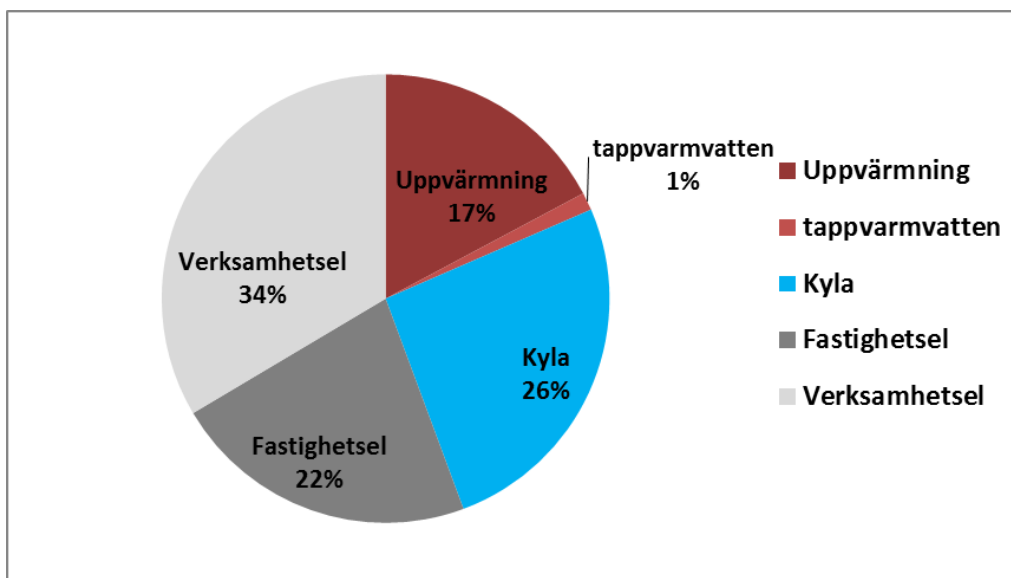
I projektet har två typer av byggnader analyserats för de olika klassningssystemen. Det ena är ett relativt litet flerbostadshus på ca $1\,000\text{ m}^2 A_{\text{temp}}$ och det andra är ett större kontorskomplex på ca $23\,000\text{ m}^2 A_{\text{temp}}$. Båda är projekterade för fjärrvärme och fjärrkyla. Flerbostadshusets specifika energianvändning enligt BBR är beräknad till $62\text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$ och motsvarande för kontoret är $82\text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$ utifrån de energisimuleringar som IVL tagit del av. I beräkningarna för värmepump och kylmaskin har det antagits att typhusen har samma klimatskal som i fallet med fjärrvärme och fjärrkyla. Det är SKANSKA som är projektör för de båda byggnaderna.

Att ta fram certifieringsindata för en byggnad är ett omfattande arbete och projektet har inte innefattat detta moment. Projektgruppen har i samråd med referensgruppen valt att tillfråga SKANSKA för att få tillgång till reella indata för ett flerbostadshus samt ett kontor, som sedan använts som typhus i beräkningarna. SKANSKA har varit behjälplig med dataunderlag, vilket uppskattas av projektgruppen.

Det är inte bara storleken och specifika energianvändningen som skiljer typbyggnaderna åt, utan även hur energianvändningen är fördelad mellan olika ändamål, se Figur 1 och Figur 2. Kontor har generellt högre krav på hygienluftsflöde då persontätheten är betydligt högre än för ett flerbostadshus. Elanvändningen för pumpar och fläktar, s.k. *fastighetsel* (även kallat *driftsel*, se definitioner i kap 8), blir följaktligen också högre för kontoret jämfört med flerbostadshuset, 22 % jämfört med 8 %. Internlaster i form av personer och teknisk utrustning som genererar värme, som i sämsta fall behöver kylas bort, är högre i kontoret vilket ökar behovet av *komfortkyla*, 26 % jämfört med 7 % i flerbostadshuset. Behovet av värme och tappvarmvatten är å andra sidan högre för flerbostadshuset. Både *verksamhetsel* och *hushållsel* är högst osäkra siffror då dessa data bygger på antaganden om den framtida verksamheten som indata till energisimuleringar. Det totala behovet av direkt elanvändning till fastighetsel/driftsel och verksamhetsel är drygt 50 % för kontoret och knappt 50 % för flerbostadshusets drift- och hushållsel. Viktigt är att notera att denna del av energianvändningen inte kommer att skilja byggnaderna åt då uppvärmnings- och kylsystem byts från fjärrvärme och fjärrkyla till ett internt värmepumpssystem och kylmaskinsystem.



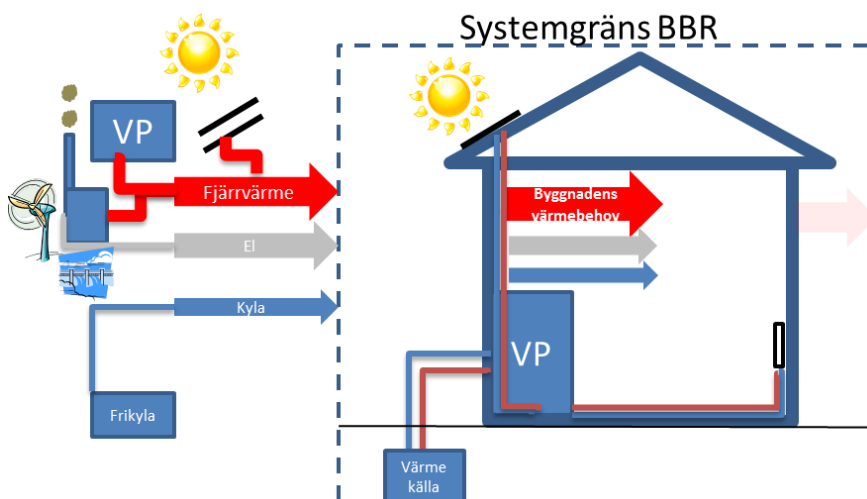
Figur 1 Fördelning av flerbostadshusets totala energibehov uppdelat på olika funktioner



Figur 2 Fördelning av kontorets totala energibehov uppdelat på olika funktioner.

2.2 Boverkets byggregler - BBR

För att få en förståelse för resultaten i Miljöbyggnad och BREEAM måste de systemgränser som används inom Boverkets Byggregler (BBR) för att beräkna *byggnadens specifika energianvändning* först beskrivas. Detta eftersom både Miljöbyggnad och den svenskanpassade preliminära versionen av BREEAM använder sig av BBRs minimikrav för byggnadens *specifika energiprestanda*, $\text{kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$ när poängen beräknas för *årlig energianvändningen* respektive *energieffektivitet (BREEAM-SE)*. I byggnadens *specifika energiprestanda* enligt BBR ingår energi för uppvärmning, varmvatten och kyla men även byggnadens behov av annan *fastighetsel/driftsel*, se definitioner i kapitel 8. Som synes i Figur 3 är det den energi som levereras till systemgränsen som ingår i Boverkets definition av energianvändningen, det som allmänt brukar kallas för köpt energi.



Figur 3. En förenklad illustration av hur systemgränserna för vilken energi beräknas inom Boverkets minimikrav för specifik energianvändning. All energi från sol, berg/jord/luft/vatten som tillförs byggnaden inom systemgränsen behöver inte räknas med i byggnadens specifika energiprestanda.

Den energi som tillförs byggnaden innanför systemgränsen från exempelvis sol, värme och kyla från berg/jord/luft och vatten behöver inte inkluderas i byggnadens energianvändning enligt BBR. Detta kan tyckas vara rimligt vid en första anblick eftersom dessa fritt flödande energikällor intuitivt kan uppfattas som om de borde vara "gratis" från naturen. Paradoxen kommer dock då dessa fritt flödande energikällor utanför systemgränsen ska inkluderas i byggnadens energianvändning, exempelvis värme som en värmepump i fjärrvärmenätet hämtar från avloppsvatten eller liknande. I ett fiktivt fall med ett hus som har fjärrvärme baserat på värmepump

med COP 3 räknas 3 gånger så mycket energi in byggandens uppvärmningsenergi jämfört med en byggnad som har en värmepump (innanför systemgränsen) med motsvarande COP. Visserligen har Boverket skarpare krav för byggnader som är *eluppvärmda* jämfört med byggnader som räknas som *ej eluppvärmda*, se Tabell 2, men de räcker inte för att kompensera för den ofördelaktiga systemgränsdragningen för exempelvis en byggnad som köper energi från fjärrvärme och fjärrkylanät eller pellets till en pelletspanna. Förhållandet mellan minikravet för *ej eluppvärmda* och *eluppvärmda* byggnader är ungefär en faktor 1.5. Det innebär att byggnader som har värmepumpar i byggnaden med en värmefaktor på 1.5 och bättre kan ha en sämre isolerförmåga än motsvarande byggnad som inte är *eluppvärmd* för att uppnå minikravet. En annan aspekt är att värmesystemet inte nödvändigtvis har samma livslängd som byggnaden i sig och därmed kan byggnaden vid byte av värmesystem placera sig över minimikravet trots att klimatskalet är intakt.

Tabell 2. Minikrav, kWh/m² A_{temp}, enligt BBR för den specifika energiprestandan i flerbostadshus

Geografisk placering	ej eluppvärmd (< 10 Wel/m)	eluppvärmd (>10 Wel/m)	Kvot (ej el/el)
ZON III	90	55	1.6
ZON II	110	75	1.5
ZON I	130	95	1.4
<i>Typhus i studien (Zon III)</i>	62	29	2.1

Den mest logiska, men kanske mer svårkontrollerade systemgränsen, vore att använda byggnadens energianvändning och primärenergiförbrukning som mått på energieffektivitet. Det först nämnda beskriver hur energieffektivt huset är byggt och det andra hur effektiv energitillförseln är beskaffad. Energianvändning används bland annat i norska standarder som ligger till grund för deras byggregler och primärenergiförbrukning används exempelvis i de tyska byggreglerna⁵ och är även grunden i EBPD⁶-direktivet samt EEFD⁷-direktivet⁷ som ska implementeras i alla medlemsländer.

⁵ DIN V 18599-1:2007-02, Energy efficiency of buildings – calculation of the net final and primary energy demand for heating, cooling, ventilation, domestic hot water and lighting – Part 1: General balancing procedures, terms and definitions, zoning and evaluation of energy carriers

⁶ EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS DIREKTIV 2010/31/EU av den 19 maj 2010 om byggnaders energiprestanda

⁷ EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS DIREKTIV 2012/27/EU av den 25 oktober 2012

om energieffektivitet, om ändring av direktiven 2009/125/EG och 2010/30/EU och om upphävande av direktiven 2004/8/EG och 2006/32/EG

2.2.1 Specifik energianvändning i lokaler

I de fall där behovet av ventilation är stort görs ett tillägg på gränsvärdet för den *specifika energiprestandan*. Tillägget görs vid ett *uteluftflöde* på mellan 0,35-1 l/s/m² för att kompensera för de ökade värmeförluster som uppstår vid ett stort behov av ventilation. *Uteluftflödet* är en mycket viktig faktor att beakta eftersom det i så stor grad påverkar gränsvärdet för den specifika energiprestandan för främst kontoret. Som mest kan detta öka minimikravet med upp till 60 % för icke eluppvärmda byggnader i Syd- och Mellansverige. Enligt schablonvärden är *uteluftflödet* för ett normalkontor ett grundflöde på 0,35 l/s/m² + 7 l/s/person. Detta brukar beskrivas som det *hygienluftflöde* som behövs för att sörja för god ventilation för personal i byggnaden. I SVEBY (SVEBY, 2009) anges ett maximalt luftflöde för ett normalkontor på 1,5 l/s/m². Till detta kommer också att drifttiden för ventilationen måste beaktas samt att tillgodoräknande av tillägget endast får ske för uppvärmnings-säsongen. Enligt schablonvärden går ventilationen ner till miniminivå en timme före och en timme efter normala kontorstider (Warfvinge, 2013) samt är på miniminivå under helger vilket ger en drifttid med maxflöde på ungefär 55 timmar per vecka. Det är viktigt att endast beakta det uteluftflöde som behövs för att sörja för god ventilation för personal i byggnaden, då tillägget för specifik energiprestanda ska göras. *Uteluftflöde* för exempelvis komfortkylning ska inte räknas med (Warfvinge, 2013).

Tabell 3 Minikrav, kWh/m² Atemp, enligt BBR för den specifika energiprestandan i kontorsbyggnaden

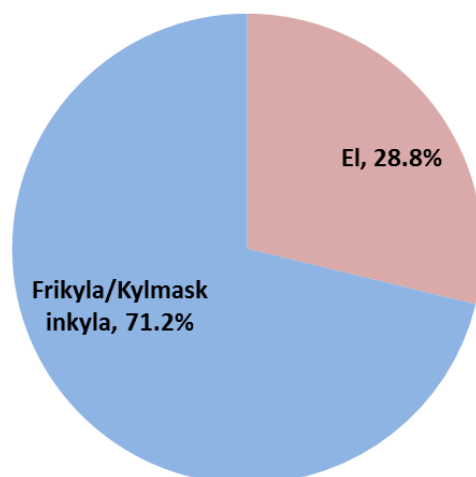
Geografisk placering	Ej eluppvärmda ($< 10 W_{el}/m$)	Eluppvärmda ($>10 W_{el}/m$)	Kvot
ZON III	80	55	1.5
+ tillägg då uteluftflödet är 0,35-1 l/s/m ²	$70(q_{medel}-0.35)$	$45(q_{medel}-0.35)$ $q_{medel} = 0,46$ ger 5 kWh tillägg	
Typhuset i studien	82.4 $q_{medel} = 0,46$ ger 8 kWh tillägg	29 $q_{medel} = 0,46$ ger 5 kWh tillägg	2.9

2.3 Fjärrvärmenät, beskrivning

I detta avsnitt beskrivs de fjärrvärmenät och fjärrkylanät, som används vid beräkningar, i fråga om årlig bränslemix och systembeskrivning. Dataunderlaget för fjärrvärmens och fjärrkylans bränslemix i Solna-Sundbyberg och Linköping har inhämtats från respektive energibolag vilka har varit representanter i referensgruppen. För Göteborg har underlaget hämtats från Svensk Fjärrvärmes statistik och för fjärrkylan har underlaget hämtats från Göteborgsenergi hemsida (Göteborg Energi AB, 2013)

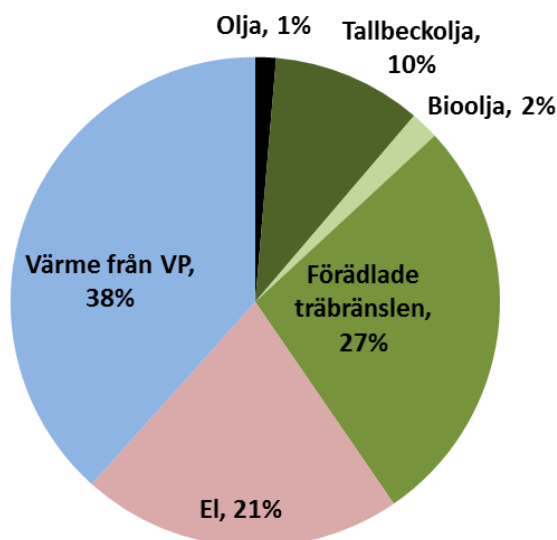
2.3.1 Solna-Sundbyberg – Norrenergi

Norrenergi som distribuerar fjärrvärmen i Solna-Sundbyberg har klassat hela sin fjärrvärmeproduktion och fjärrkylaproduktion enligt naturskyddsföreningens märkning ”Bra Miljöval Värme” och ”Bra Miljöval Fjärrkyla”. Fjärrvärme-produktionen består till största delen av värme från värmepumpar och nästan värme från bioenergi producerad i hetvattenpannor, se Figur 5. Ingen kraftvärmeanläggning finns. Fjärrkylan består till stora delar av kylan som uppstår vid tillvaratagande av värme med värmepumpar samt ungefär lika stora delar frikyla och kyla producerad med kylkompressorer. Elanvändningen till både fjärrvärme och fjärrkyla är EPD⁸-certifierad vattenkraft vilket är ett av kraven enligt kriterierna i Bra Miljöval (Naturskyddsföreningen, 2013).



Figur 4. Fördelning av energibärare som använts för att producera fjärrkylan i Solna-Sundbyberg år 2012. Solna-Sundbyberg används frikyla, kylmaskin och kyla från värmepumpar. (Mundt, K, 2013)

⁸ Miljöstyrningsrådet certifiering, Environmental Product Declaration, EPD.

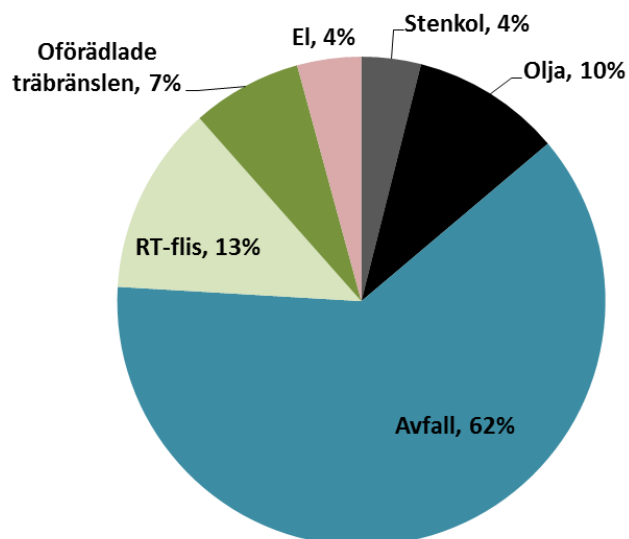


Figur 5. Bränslemix för den producerade fjärrvärmen i fjärrvärmenätet Solna-Sundbyberg år 2012. En liten andel köpt fjärrvärme från Fortum har specificerats och inkluderats i bränslemixen. (Mundt, K, 2013)

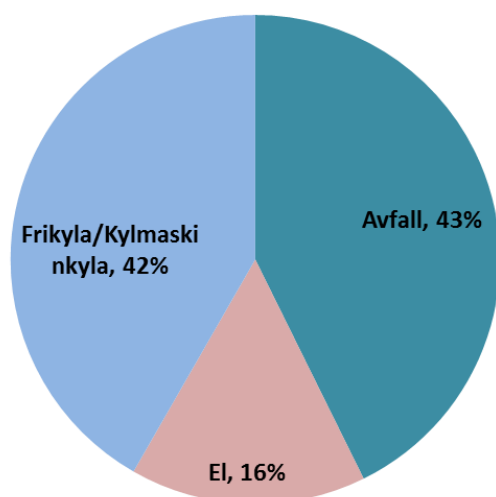
2.3.2 Linköping – Tekniska Verken

Fjärrvärmen i Linköping karaktäriseras av att den produceras med en hög andel hushållsavfall⁹, 62 % år 2012, se Figur 6. Största delen av fjärrvärmeproduktionen sker i kraftvärmeverk. Fjärrkylan produceras på sommaren till stor del med absorptionsvärmepumpar som använder fjärrvärme som till största delen kommer från avfallskraftvärme. Även fjärrkyla producerat från frikyla, kylmaskiner och värmepumpar finns. Elandelen per producerad enhet fjärrkyla är 16 %, Figur 7. Linköping använder i sin produktion egenproducerad el som de ej sålt det gröna värdet på i andra hand, år 2012 kom 91 % från biobränslen och resterande från vattenkraft.

⁹ En liten andel verksamhetsavfall ingår även i den siffra som presenteras här.



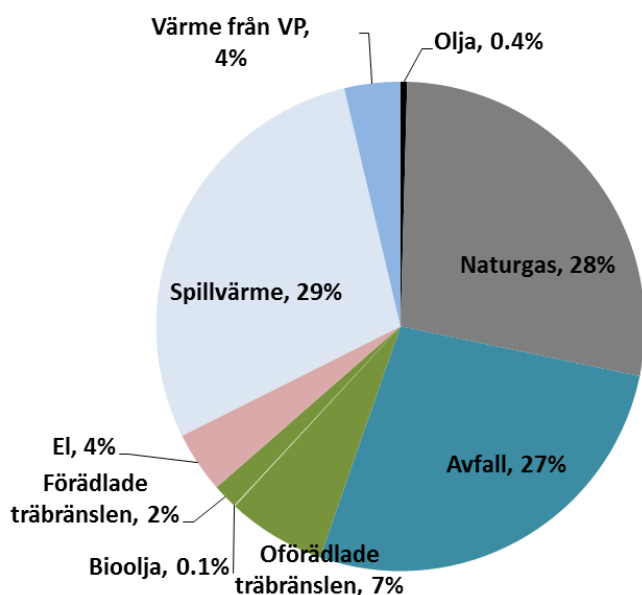
Figur 6. Bränslemix för den producerade fjärrvärmen i Linköping år 2012. Bränslen som används till kraftvärme har allokerats med alternativproduktionsmetoden (Holm, J. 2013)



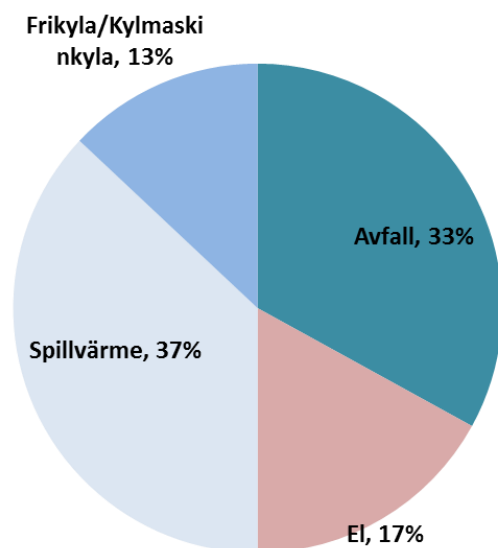
Figur 7. Fördelning av energibärare som använts för att producera fjärrkylan i Linköping år 2012. (Holm, J. 2013)

2.3.3 Göteborg – Göteborg Energi

Göteborg Energis fjärrvärme är har den mest varierade bränslemixen med knappt 1/3 spillvärme från raffinaderier, drygt 1/4 från naturgaskraftvärme och drygt 1/4 från avfallskraftvärme, se mer detaljer i Figur 8. Fjärrkylan har också ett varierat ursprung med en stor del absorbtionskyla, se Figur 9. Fördelning av energibärare som använts för att producera fjärrkylan i Göteborg år 2012 (Göteborg Energi, 2013).



Figur 8 Bränslemix för den producerade fjärrvärmens i Göteborg år 2011. Bränslen som används till kraftvärme har allokerats med alternativproduktionsmetoden (Svensk Fjärrvärme, 2012)



Figur 9. Fördelning av energibärare som använts för att producera fjärrkylan i Göteborg år 2012 (Göteborg Energi, 2013)

2.4 Primärenergifaktorer och emissionsfaktorer för växthusgaser

De *primärenergifaktorer (PEF)* och emissionsfaktorer för växthusgaser (*koldioxidekvivalenter*, g CO_{2e}/kWh) för olika bränslen och sekundära energibärare som använts i projektet är de som används i den överenskommelse¹⁰ som Värme-marknadskommittén tagit fram (Värmemarknadskommittén, 2013). Dessa finns presenterade i Bilaga 2 – PRIMÄRENERGI- och emissions-faktorer. IVL har i andra projekt (Gode et al, 2012) konstaterat att det finns argument för att inte använda de låga primärenergifaktorer som används i överenskommelsen för bland annat hushålls-avfall. Inga förändringar eller känslighetsanalyser av förändrade faktorer har dock gjorts inom ramen för detta projekt. I Tabell 4 ses resultatet i form av primärenergifaktorer och CO_{2e}/kWh levererad fjärrvärme för år 2012 för fjärrvärmen och fjärrkylan för de orter som ingår i studien. Vad gäller primärenergifaktorer skiljer dessa sig inte nämnvärt mellan orterna medan Solna-Sundbybergs fjärrvärme och fjärrkyla har betydligt lägre emissioner av växthusgaser jämfört med Linköping och Göteborg.

¹⁰ överenskommelse i värmemarknadskommittén 2012 om synen på bokförda miljövärden för fastigheter uppvärmda med fjärrvärme - justerad i januari 2013 med värden för 2012

Tabell 4. En sammanställning av primärenergifaktorer (PEF), och emissionsfaktorer för växthusgaser (koldioxidekvivalenter, g CO_{2e}/kWh) för den levererade fjärrvärmen och levererade fjärrkylan för de orter som ingår i studien.

	Solna-Sundbyberg- år 2012		Linköping- år 2012		Göteborg – år 2012	
	Fjärrvärme	Fjärrkyla	Fjärrvärme	Fjärrkyla	Fjärrvärme ¹¹	Fjärrkyla
PEF	0.31	0.33	0.27	0.38	0.38	0.22
g CO _{2e} /kWh	13 ¹²	2	93	45	100	39

Dessa värden är tänkta att användas i ett *bokföringsperspektiv*, se ordlista i kap 8. Eftersom det är nybyggnation av byggnader som studeras så finns argument för att istället använda så kallad *konsekvensanalys*¹³ (Ekvall m.fl. 2005). Argumenten är bland annat att nybyggnation och byggnadens energianvändning medför en förändring av energisystemet och det är denna förändring som bäst beskriver den verkliga miljöpåverkan. En anledning till att ändå använda *bokföringsperspektivet* är att det är detta perspektiv som används i de miljöklassningssystem som studerats samt att det ännu inte finns någon branschstandard för hur en konsekvensanalys skall utföras. Konsekvensanalysen bygger till stora delar på energiscenarier vars osäkerhet i många fall kan vara stor.

2.5 Avgränsningar

De miljöklassningssystem som utvärderas i denna rapport är LEED, BREEAM samt Miljöbyggnad. Miljöklassningssystemet GreenBuilding har begränsning till endast lokalbyggnad. En byggnad kan GreenBuilding-certifieras om energianvändningen sänkts med 25 % eller om den använder 25 % mindre än BBRs energikrav. Med dessa relativt enkla regler behövs ingen vidare analys för att se hur det slår mellan olika uppvärmningssystem. GreenBuilding omfattas därför inte av denna rapport.

Primärenergifaktorer används för att jämföra miljöprestandan mellan fjärrvärme och värmepumpar. De primärenergifaktorer och emissionsfaktorer för koldioxidekvivalenter för bränslen och sekundära energibärare som i första hand används är de som återfinns i ”Värmemarknadskommitténs överenskommelse om lokala miljövärden”¹⁴ och återfinns i Bilaga 2 – PRIMÄRENERGI- och emissions-faktorer. I vissa fall används de specifika faktorer som definieras inom respektive klassningssystem.

¹¹ Siffror för fjärrvärmen gäller för 2011 års bränslemix.

¹² För el från vattenkraft har livcykeldata från Gode m.fl. 2011 används vilket relativt sett ger en ökning jämfört med de emissioner som används i Värmemarknadskommitténs, 2013 från Svensk Energi

¹³ Eng. Prospective LCA

¹⁴ ”Överenskommelse i värmemarknadskommittén 2012 om synen på bokförda miljövärden för fastigheter uppvärmda med fjärrvärmejusterad i januari 2013 med värden för 2012”, se <http://www.svenskfjarvarme.se>

Ett val har gjorts att använda samma manual för flerbostadshus som de föreskrivna för kontor, handel och lättare industrier inom den svenska versionen av BREEAM. Den svenska versionen innehåller den anpassning till fjärrvärme och fjärrkyla som är intressant att studera i projektet.

Endast de *indikatorer* som bedömts påverka slutresultatet inom *området* energi för respektive miljöklassningssystem har studerats, se mer detaljer i kapitel 4.2.1

Ingen graddagskorrigering har gjorts då typhusen har flyttats mellan de olika orterna. Skillnaderna i graddagar mellan orterna har bedömts som relativt små samt att det för jämförelsens skull är lättare om det inte blir någon skillnad i *specifik energiprestanda* på byggnaderna.

Vidare så har endast ”renodlade” uppvärmningssystem inkluderats, d.v.s. inga värmepumpslösningar med fjärrvärme som spets finns med. Andra förekommande uppvärmningssystem som ex. pelletspanna eller oljepanna är inte heller inkluderade i fallstudierna.

3 MILJÖKLASSNINGSSYSTEM

3.1 Allmänt

Miljöklassning av byggnader ökar såväl nationellt som internationellt. Det finns idag ett flertal olika miljöklassningssystem på marknaden. Gemensamt är att användandet av miljöklassningssystem har sin utgångspunkt i att bidra till förbättringar inom byggsektorns arbete kring miljöfrågor, där effektivare energianvändning, minskad miljöpåverkan och bättre inomhusmiljö är viktiga faktorer.

Det finns ett flertal nationella miljöklassningssystem, exempelvis Miljöbyggnad, GreenBuilding och Svanen. Amerikanska systemet LEED och det brittiska systemet BREEAM används också i Sverige och nationella anpassningar håller på att tas fram. För BREEAM har en svensk anpassning föreslagits, som skickats på remiss under våren 2013 och det är detta förslag som beräkningarna i denna studie grundar sig på. I LEED finns en alternativ beräkning vad gäller fjärrvärmens och fjärrkylans rörliga kostnader i ett försök att anpassa LEED till svenska förhållandena. Den s.k. DES-guiden togs fram våren 2012 och har tillämpats i detta projekt.

De klassningssystem som ingår i denna studie administreras i Sverige av Sweden Green Building Council (SGBC). SGBC grundades 2009 av tretton svenska företag och organisationer: Akademiska hus, DTZ, Fastighetsägarna Sverige, Husvärden, IVL Svenska Miljöinstitutet, NCC, Malmö Stad, SEB, Skanska, Stockholm Stad, Sweco, Vasakronan och White. SGBC jobbar med utveckling av de gemensamma certifieringssystemen och mot svenska behov och värderingar. SGBC är i sin tur medlem i paraplyorganisationen World Green Buildings Council, World GBC där även exempelvis USGBC ingår som administrerar LEED.

Miljöklassningssystemen används idag som riktlinjer för olika områden som exempelvis inomhusmiljö, miljöprestanda och energi. Men också som en viktig del i marknadsföring och kommunikation. Miljöklassning utnyttjas också internationellt vid förhandlingar med försäkringsbolag och banker. Multinationella företag har i vissa fall som krav att endast nyttja byggnader som klassat av ett specifikt miljöklassningssystem.

3.2 Miljöbyggnad

Det svenska certifieringssystem Miljöbyggnad (SGBC, 2012a), tidigare Miljöklassad byggnad, baseras på svensk praxis, bl.a. i enlighet med Boverkets byggregler (BBR). Miljöbyggnad klassar en byggnad utifrån energi, inomhusmiljö och material i byggnaden. Miljöbyggnad används för både nyproducerade och befintliga byggnader. En klassning med Miljöbyggnad kan ge byggnad betygen BRONS, SILVER eller GULD. Om ingen av dessa nivåer nås rubriceras byggnaden som Klassad.

Varje *indikator* bedöms först varefter de olika indikatorerna inom respektive *aspekt* viktas samman till ett betyg för aspekten. Därefter viktas betyget av aspekterna inom varje *område* samman till ett betyg för området. Slutligen viktas de tre

delområdenas betyg samman till ett totalbetyg för byggnaden. Om hälften eller mer av betygen är högre än de lägsta så höjs betyget ett steg annars är det lägsta betyget som avgör det totala betyget inom varje *aspekt* eller *område*. På detta sätt blir alla *indikatorer* viktiga genom att det inte går att nedprioritera någon om ett högt betyg ska uppnås. Miljöbyggnad är mer kostnadseffektivt än de andra två systemen så tillvida att det är betydligt färre indikatorer som ska bedömas.

Tabell 5. Ett exempel på hur betyg för varje indikator först summeras inom olika aspekter för att sedan summeras inom varje område. Lägsta betyg avgör för varje steg såvida inte mer än hälften av betygen är högre än de lägsta.

Indikatorer		Aspekter		Områden		Byggnad
1 Energianvändning	BRONS	Energianvändning	BRONS	Energi	SILVER	SILVER
2 Värmeeffektbehov	SILVER	Effektbehov	SILVER			
3 Solvärmelast	SILVER					
4 Andel av energislag	GULD	Energislag	GULD			
5 Ljudklass	SILVER	Ljudkvalitet	SILVER	Innemiljö	SILVER	
6 Radonhalt	GULD	Luftkvalitet	SILVER			
7 Ventilationsstandard	SILVER					
8 Kvävedioxid	SILVER					
9 Fuktsäkerhet	SILVER	Fukt	SILVER			
10 Termiskt klimat vinter	GULD	Termiskt klimat	SILVER			
11 Termiskt klimat sommar	SILVER					
12 Dagsljus	SILVER	Dagsljus	SILVER			
13 Legionella	SILVER	Legionella	SILVER			
14 Dokumentation av byggvaror	SILVER	Dokumentation	SILVER	Material	SILVER	
15 Ufasning av farliga ämnen	BRONS	Utfasning	BRONS			

3.3 BREEAM

BREEAM är ett miljöklassningssystem utvecklat i Storbritannien under 1990-talet. BREEAM är en akronym för BRE Environmental Assessment Method. Sweden Green Building Council är ansvarig för att ta fram en anpassning av BREEAM till svenska förhållanden. Den preliminära svenska versionen BREEAM (BRE Global Ltd & SGBC, 2013) är den som använts i detta projekt.

Klassning med BREEAM kan göras för både befintliga byggnader och byggnader som är under projektering. För BREEAM och även LEED finns, till skillnad från Miljöbyggnad, även versioner som är inriktade på själva driften av fastigheten. En byggnads miljöprestanda bedöms för ett antal olika *områden*; byggnadens energianvändning, inomhusklimat såsom ventilation och belysning, vattenhushållning, avfallshantering samt markanvändning och påverkan på närmiljön. Inom

respektive område finns ett antal *ämnen* som motsvarar Miljöbyggnads *indikatorer*. Fortsättningsvis kommer vi används samma terminologi som i Miljöbyggnad.

De olika betygsnivåerna i BREEAM heter PASS, GOOD, VERY GOOD, EXCELLENT och OUTSTANDING. För att uppnå högsta betyg måste man ha minst 85 procent av maximal poäng. Vissa moment eller poäng är obligatoriska att uppnå för att nå ett visst betyg vilket bland annat rör energieffektivitet. Vid sammanräkning av det totala betyget viktas poängen för varje område i förhållande till de totala poängen. Energiområdet har inom BREEAM-SE en viktningsfaktor på 19 %.

3.4 LEED

Klassningssystemet LEED är ett amerikanskt system som administreras av U.S. Green Building Council. LEED är till stora delar sprunget ur BREEAM och har därför stora likheter. LEED kan användas vid projektering och för befintliga byggnader men har även uppföljning av drift av fastigheten. En bedömning av byggnadens miljöprestanda görs för områdena: närmiljö, vattenanvändning, energianvändning, material samt inomhusklimat. Ytterligare bonuspoäng kan fås för innovationer i projektet. De olika betygsnivåerna är CERTIFIERAD, SILVER, GULD OCH PLATINUM. En uppdaterad version av LEED är på gång. En del större förändringar i den väntas. Det är LEED 2009 (USGBC, 2010) som används i denna studie.

3.5 En jämförelse mellan Miljöbyggnad, LEED och BREEAM

Gemensamt för de berörda miljöklassningssystemen är att samtliga täcker in områdena energi, inomhusmiljö och miljöpåverkan. Dock betonas områden olika mycket och bland annat därför blir det inte helt jämförbara betyg mellan systemen. Generellt kan sägas att LEED betonar inomhusmiljö och hälsa, BREEAM har lite mer vikt vid miljöpåverkan medan Miljöbyggnad har hårdast energikrav. I Tabell 6 visas vilka områden som tas upp inom de olika klassningssystemen. En annan stor skillnad är att LEED och BREEAM bara klassar byggnader som klarar minimikraven medan Miljöbyggnad klassar alla byggnader även de som inte klarar minimikraven. Ytterligare en skillnad är hur betygen viktas samman till ett slutligt betyg. Dessutom har både LEED och BREEAM poäng inom olika områden som är obligatoriska att uppnå för att nå ett visst betygssteg men i övrigt kan prioriteringar mellan olika indikatorer väljas fritt för att uppnå ett visst slutbetyg. I Miljöbyggnad å andra sidan kan hela områdets betyg påverkas om någon indikator inte håller måttet. Miljöbyggnad har betydligt färre och mindre beräkningstunga indikatorer för att genomföra en certifiering.

Tabell 6. En sammanställning av vilka *områden* som ingår för respektive miljöklassningssystem

	Energi	Markanv. & yttre miljö	Vatten	Material	Innemiljö	Buller	Radon
Miljöbyggnad	X	-	-	X	X	X	X
BREEAM	X	X	X	X	X	X	-
LEED	X	X	X	X	X	-	-

En sammanställning av poängfördelningen i de respektive studerade miljöklassningssystemen visar att för LEED-systemet är 33 % av totalpoängen är fördelade till energi. Motsvarande siffra för BREEAM¹⁵ är 38 % samt för Miljöbyggnad 27 %, se Tabell 7. De beräkningar som tas fram i denna studie kommer alltså att påverka omkring en tredjedel (27-38 %) av den totalt maximala poängen. Det är inte heller alla poäng inom energi som ingår i denna studie utan endast de som berörs av val av uppvärmningssystem och kyla samt miljöpåverkan från energianvändningen, se mer detaljer kring urvalet i kapitel 4.2. Värt att notera är att vid en sammanräkning av poängen för BREEAM-SE (ej samma som i Tabell 7) fås att endast 19 % av poängen är energirelaterade då varje område viktas i förhållande till varandra med en viktningsfaktor 0.19.

¹⁵ Notera att det inte är exakt samma version av BREEAM som tas upp i tabellen som den som ingår denna studie. För kontor är maximala 27 poäng möjliga inom BREEAM-SE ver. 1.0

Tabell 7. Sammanställning av hur poängen är uppdelade inom olika områden som berör byggnaden och byggandet inom de olika miljöklassningssystemen. Tabellen visar även vilka betyg som kan uppnås samt hur många aspekter som bedöms (obligatoriska inom parantes). Ringen i bilden visar på området Energi och hur många poäng som kan erhållas för detta område. (Källa: Mauritz Glaumann, Högskolan i Gävle/KTH)

	LEED - NEW CONSTRUCTIONS			CODE FOR SUSTAINABLE HOMES/Breeam			Miljöklassad Byggnad	
Slutbetyg	Certified - Platinum			1-6 Stars			BRONS-GULD	
	Bedömda aspekter	Max poäng	Andel	Bedömda aspekter	Max poäng	Andel	Bedömda aspekter	Andel
Energi	6 (3)	35	33%	11 (1)	32	38%	3	27%
Material	7 (1)	14	13%	7 (2)	32	15%	3	18%
Innemiljö	8 (2)	15	14%	4 (1)	12	14%	6	55%
Platsen	8 (1)	26	23%	6	11	14%	0	0%
Vatten	3	10	9%	4 (1)	10	9%	0	0%
Övrigt	3	10	9%	3	7	11%	0	0%
Totalt	41	110		35	104		12	
Bedömning	poängsummering			poängsummering + viktning			prioritering	

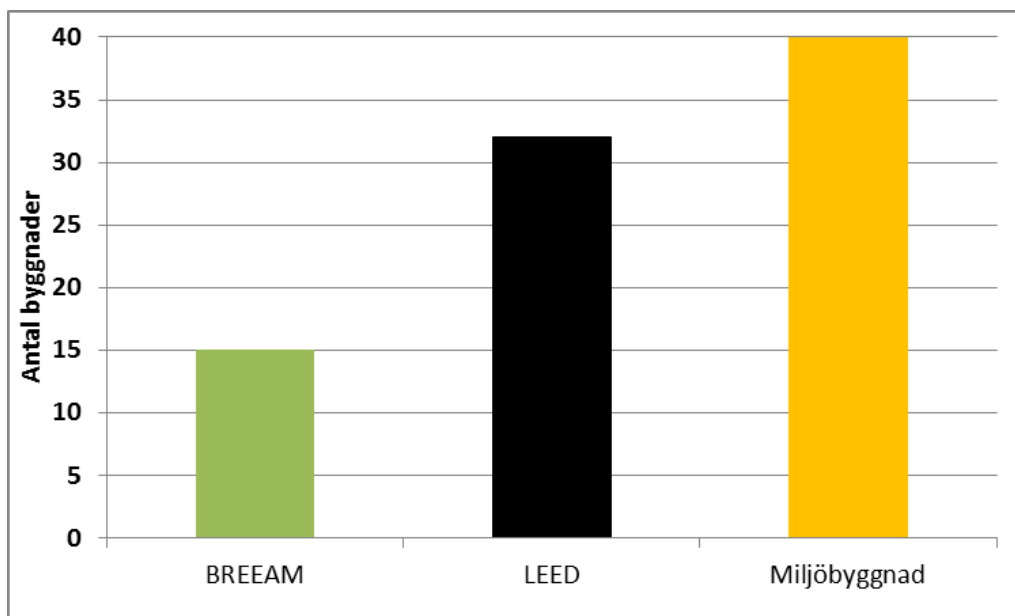
() = obligatoriska

3.1 Miljöklassning i Sverige idag

Under de senaste åren (2009 och 2010) färdigställdes omkring 20 000 (22 821 respektive 19 500) lägenheter i nybyggda hus (SCB, 2012a). De orter med störst antal nybyggda lägenheter är Stor-Stockholm, Stor-Göteborg samt Stor-Malmö. I dessa lägenheter var 89 % uppvärmda med fjärrvärme. Årligen byggs¹⁶ omkring 110-130 (för 2009-2012) nya kontor i Sverige samt 2000-3000 nya lokaler (SCB, 2012b).

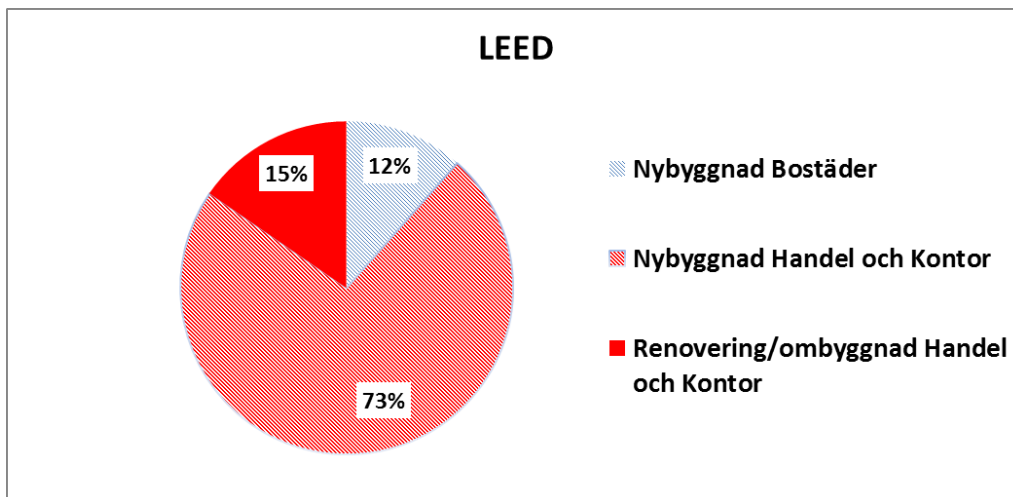
Sammanlagt har ungefär 85 flerbostadshus och lokaler certifierats med BREEAM, LEED samt Miljöbyggnad. Till detta tillkommer ytterligare nästan 300 då GreenBuilding räknas med. Ungefär 40 projekt var klassade inom Miljöbyggnad i januari 2013, se Figur 10, drygt 30 inom LEED och 15 inom BREEAM. Betydligt fler projekt var dock på gång inom samtliga klassningssystem, exempelvis fanns inom Miljöbyggnad 772 stycken registrerade (och certifierade) byggnader i Sverige i maj 2013.

¹⁶ Angett som antal bygglov per år i SCB Statistiska meddelanden, 2012

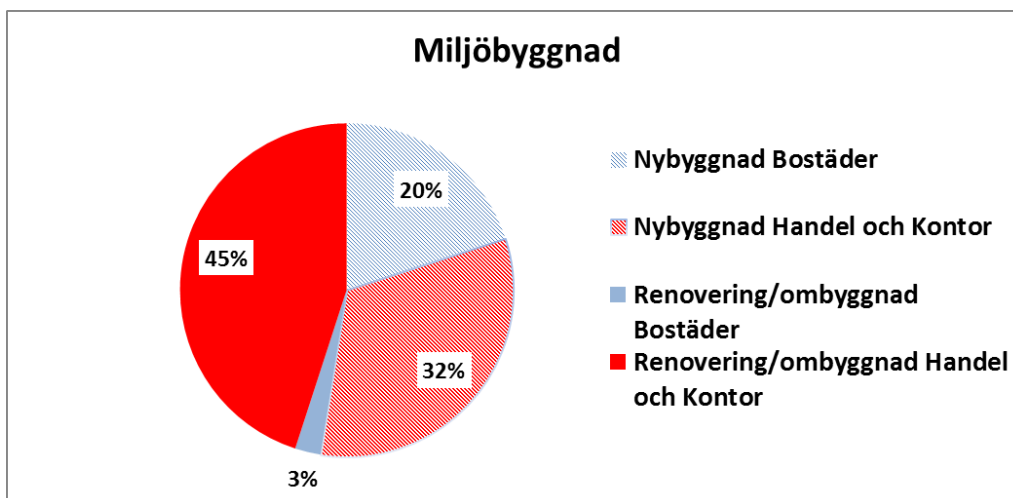


Figur 10. Statistik från SGBC i jan 2013 över hur många byggnader/projekt som blivit klassade inom de olika miljöklassningssystemen

Något högre andel bostäder har klassats i Miljöbyggnad jämfört med LEED. I LEED är nybyggnation av kontor och handel betydligt högre jämfört med Miljöbyggnad (73 % jämfört med 32 %), se Figur 11 och Figur 12. En gissning är att en LEED-klassning medför större kostnader och kräver en större plånbok som kanske finns på ett större företag som exempelvis bygger nytt kontor. Multinationella företag kan dessutom ha företagskrav på att certifiera enligt miljöklassningssystem som är internationella såsom LEED.



Figur 11. Fördelningen av olika typer av certifierande byggnader inom LEED i Sverige



Figur 12. Fördelningen av olika typer av certifierande byggnader inom Miljöbyggnad

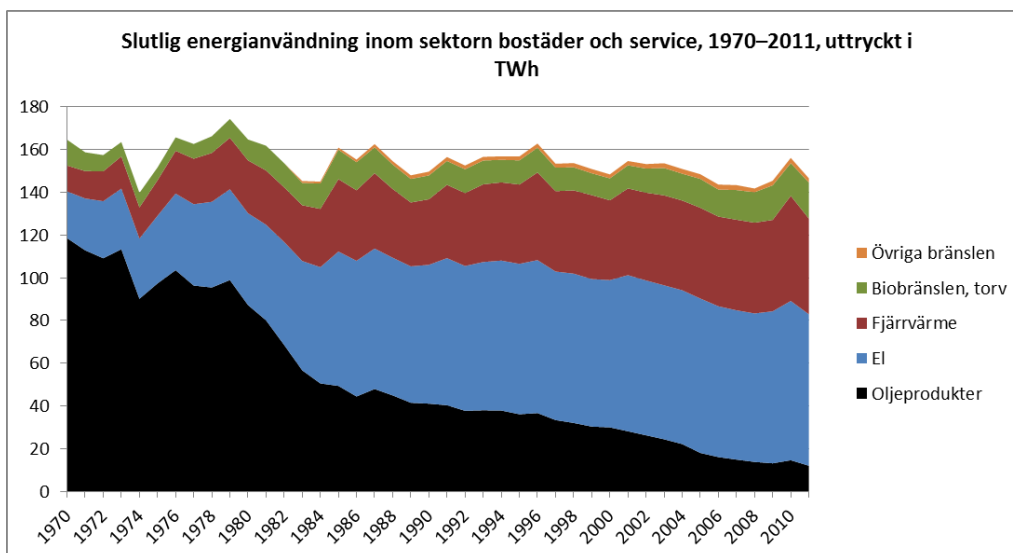
3.2 Uppvärmningssystem i byggnader

Sveriges Byggindustrier presenterar i Fakta om Byggande 2011, en sammanställning över typ av uppvärmning fördelat per typ av byggnad. För såväl flerbostadshus som för lokaler sker uppvärmningen i över 80 % av byggnaderna med fjärrvärme. Notera att detta bara inkluderar uppvärmningen. För lokaler är uppvärmning ofta en mindre del av energianvändningen, exempelvis står uppvärmningen endast för 17 % av totala energianvändningen i typhuset som används i denna studie.

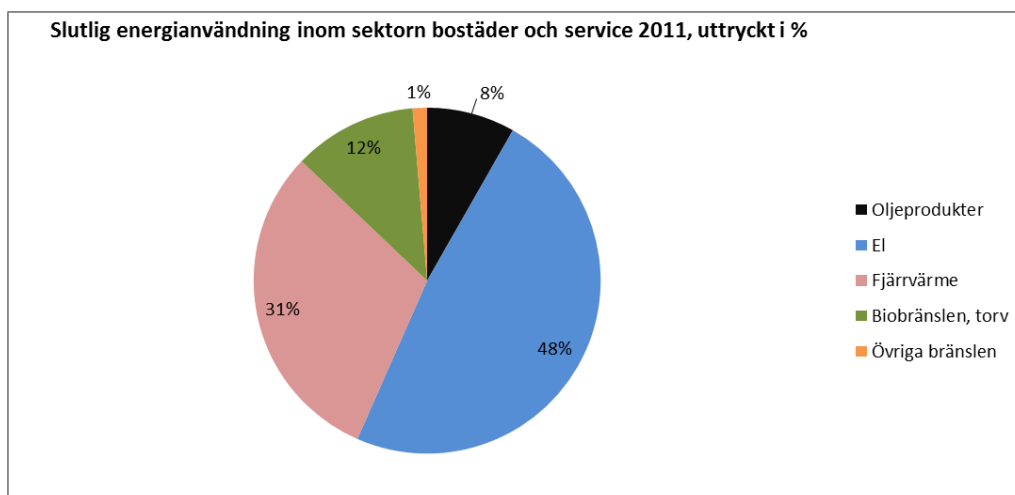
Någon statistik kring uppvärmningssystem för de byggnader som miljöklassats enligt de olika systemen finns inte att tillgå idag.

3.3 Total energianvändning inom bostäder och service

Alla de studerade miljöklassningssystemen har indikatorer som omfattar total slutlig energianvändning, inklusive verksamhetsel eller hushållsel. Det är därför relevant att visa hur stor andel elanvändningen totalt sett inom bostäder och service faktiskt är. Totalt var användningen av el drygt 70 TWh under år 2011 och det står för knappt 50 % av slutliga energianvändningen, se Figur 13. Största ökningen av elanvändningen skedde under 70- och början av 80-talet men har sedan planat ut, se Figur 14.



Figur 13 Utvecklingen av energianvändningen inom sektorn Bostäder och service från 1970 och framåt. En liten totalminskning har skett. Det är framförallt el och fjärrvärme som har trängt undan olja som energibärare. (Energimyndigheten, 2012). Det bör noteras att viss olja till jordbrukssektorn för exempelvis uppvärmning av växthus ingår i totalsiffrorna.



Figur 14. Fördelningen av total slutlig energianvändning inom bostäder och service år 2011.(Energimyndigheten, 2012)

4 ENERGIRELATERADE POÄNG I KLASSNINGSSYSTEMEN

4.1 Totalt inom energiområdet

4.1.1 BREEAM

Totalt kan en kontorsbyggnad i BREEAM-SE samla ihop 28 poäng inom energiområdet se Tabell 8. Hela energiområdet har en viktningsfaktor på 0.19 då totalpoängen för samtliga områden summeras vilket ungefär motsvarar energipoängens faktiska andel i förhållande till de totala poängen¹⁷, $25/121 = 0.2$. För att uppnå högsta betyg, ”outstanding” finns ett antal minimikrav varav vissa berör energiområdet. Minst 9 poäng måste uppnås inom Ene1, *Energieffektivitet*, och minst 1 poäng inom Ene 2 respektive Ene 5. För näst högsta poäng, ”excellent”, är motsvarande poäng 5/1/1.

Tabell 8 Maximala poäng för alla olika indikatorer energiområdet inom BREEAM-SE ver. 1.0 (kontor, handelslokaler och lättare industri)

Indikatorer inom energiområdet	Max poäng
Ene 1 Energieffektivitet (max poäng kräver årlig nettoexport av energi)	13
Ene 2 Delmätning av betydande energianvändning	1
Ene 3 Delmätning av hög energibelastning och hyresgastlokaler	1
Ene 4 Utomhusbelysning	1
Ene 5 Koldioxidsnål energiteknik (inkl.3 innovationspoäng)	3+3
Ene 6 Klimatskalets energiprestanda och lufttäthet	1
Ene 7 Kylförvaring (OBS ej kontor!)	3
Ene 8 Hissar	2
Ene 9 Rulltrappor och rullband	1
Ene 10 Inomhusbelysning (4 p för handelslokaler)	2
Maxpoäng energiområdet för kontor (totalt + innovationspoäng)	28 (121+10)

De fetmarkerade indikatorerna är de som vi i detta projekt bedömt ge avsevärda skillnader i beräkningen av poängen mellan olika typer uppvärmningssystem för en i övrigt identisk byggnad. Dessa svara alltså för merparten av poängen inom energiområdet, 19 av 28, ca 68 %. Anledningen till att Ene1, *Energieffektivitet*, är inkluderad i denna studie beror på att poängberäkningen relaterar till minimikravet för byggnadens specifika energiprestanda enligt BBR. Dessa regler har olika mininivå för

¹⁷ om innovationspoängen inte inkluderas

den olika uppvärmningsätten och dels exkluderar de energi som tillförs inom systemgränsen från berg/luft/jord/vatten/sol så som för värmepumpen i byggnaden, kapitel 2.2 Boverkets byggregler - BBR.

4.1.2 LEED

Totalt kan 35 poäng maximalt nås inom energiområdet. Endast Credit 1 har bedömts ge avsevärda skillnader i beräkningen av poängen mellan olika typer uppvärmningssystem. Denna svarar för mer än hälften av poängen inom energiområdet, 19 av 35 ca 54 %, se Tabell 9.

Tabell 9 Maximala poäng för alla olika indikatorer energiområdet i LEED 2009 for New Construction and Major Renovations Rating System, uppdaterad i oktober 2010.

	Max poäng
Credit 1 – Optimize Energy Performance, option 2 aggregated building scenario	19
Credit 2 – On-site Renewable Energy	7
Credit 3 – Enhanced Commissioning	2
Credit 4 – Enhanced Refrigerant Management	2
Credit 5 – Measurement and Verification	3
Credit 6 – Green Power	2
Maxpoäng energiområdet för kontor (totalt)	35 (100+10)

4.1.3 Miljöbyggnad

För Miljöbyggnad finns färre indikatorer, 4 stycken, där varje enskild har större betydelse för slutresultat. Det går inte som för LEED och BREEAM att nedprioriterad någon eftersom det i princip är den som har sämst betyg som sätter betyget för hela området. De är 75 % av indikatorerna som påverkas av uppvärmningssystemet. Indikator 3 Solvärmelasten är den enda endast beror av byggnadens egenskaper. Indikator 1 är på samma sätt som Ene 1 i BREEAM, beroende av BBR definition av specifik energiprestanda, se mer kring detta i kapitel 2.2

Tabell 10 Maximala poäng för olika indikatorer inom energiområdet för Miljöbyggnad

Indikatorer inom energiområdet	Max poäng
Indikator 1 - Årlig energianvändning	Guld
Indikator 2 - Värmeeffektbehov	Guld
Indikator 3 - Solvärmelast	Guld
Indikator 4 - Energislag	Guld

4.2 Delpoäng i denna studie

Nedanstående sammanställning redovisar vilka poäng som studeras inom denna rapport, se Tabell 11. Det är poäng där val av uppvärmningssystem/system för kyla och val av energislag spelar in i poängbedömningen. Stora kryss avser en stor påverkan medan mindre utgör en mindre påverkan. För BREEAM och LEED är det tydligt att energieffektivitetsrelaterade poäng utgör den viktigaste faktorn medan det för Miljöbyggnad är mer jämnt fördelat mellan tre indikatorer.

Tabell 11. Sammanställning av de indikatorer som bedöms vara viktiga för att bedöma skillnaden mellan byggnader uppvärmda med värmepump respektive fjärrvärme.

BREEAM	Ene 1 Energieffektivitet	Ene 5- Koldioxidsnål energiteknik	
Påverkan	X	x	
Mätetal	kWh/m ² A _{temp} /år	kg CO ₂ /år	
LEED	Credit 1- Optimize Energy Performance		
Påverkan	X		
Mätetal	kr/m ² /år alt kr/kWh/år		
Miljöbyggnad	Indikator 1 – Årlig energianvändning	Indikator 2- Värmeeffektbehov	Indikator 4 – Energislag
Påverkan	X	X	X
Mätetal	kWh/m ² A _{temp} /år	W/ m ² A _{temp}	% av energianvändningen inom respektive miljökategori 1-4

4.2.1 Miljöbyggnad

De indikatorer som påverkas till följd av val av uppvärmningssystem och omfattas i denna rapport är:

Indikator 1 – Årlig energianvändning

Indikator 2 – Värmeeffektbehov

Indikator 4 – Andel av energislag

Indikator 3:

(solvärmelasten) berörs ej av att värmesystem byts ut då denna indikator omfattar en klassning av solavskärmning och liknande faktorer. Den är lika för respektive typhus men påverkar resultaten. Ingen egen beräkning av denna indikator har gjorts för de respektive typhusen, men en känslighetsanalys har genomförts, se avsnitt 5.1.

Indikator 1 samt 2 anger olika skalor för *eluppvärmda* respektive *ej eluppvärmda* byggnader och måste därför tas med för att ge en korrekt bild över skillnaderna mellan olika uppvärmningssystem. Dessutom gör systemgränserna att energi som ingår för ett *ej eluppvärmt* inte ingår i en eluppvärmd byggnad med värmepump, se Kap 2.2. Inom BBR anges den *specifika energiprestandan* i kWh/m²A_{temp}. För flerbostadshus i klimatzon III är denna 80 för *ej eluppvärmd* och 55 kWh/m²A_{temp} för ett hus som per definition är eluppvärmt¹⁸. Att det är lägre krav för en eluppvärmd byggnad beror troligtvis på att en minskning av köpt el till en värmepump minskar behov av uppvärmning med faktor motsvarande årsvärmefaktorn på värmepumpen, dvs. 10 % minskning av köpt el ger 25-30 % minskat behov av uppvärmning och tappvarmvatten.

Tabell 12. Kriterier för att uppnå olika betyg inom indikator 1 i Miljöbyggnad

Ej eluppvärmd

Brons	≤ BBR
Silver	≤ 0.75 *BBR
Guld	≤ 0.65*BBR

Eluppvärmd (=> 10 W_{el}/m²)

Brons	≤ BBR
Silver	≤ 0.95 *BBR
Guld	≤ 0.90*BBR

Indikator 2:

Byggnadens värmeeffektbehov kan uppskattas för nybyggnation med hjälp av Excel-verktyg som tillhandahålls på SGBC:s hemsida (SGBC, 2013c). Ett medelvärde för värmegenomgångskoefficienten, U_m-värdet, beräknas för byggnadsskalet. Även ventilationsförluster beräknas samt köldbryggornas inverkan. En dimensionerande vintertemperatur, DVUT (se förklaring i kapitel 8) tas fram genom tabellvärden från SMHI för olika orter där även byggnadens ”värmetröghet¹⁹” inkluderas. Allt det resulterar i ett teoretisk värde för byggnadens värmeeffektbehov. Det är alltså inte den faktiskt installerade värmeeffekten som ska användas i beräkningarna. Denna kan mycket väl skilja sig en del från det teoretiska värdet då exempelvis för att interna

¹⁸ Mer än 10 W_{el}/m² elektisk effekt installerat

¹⁹ Beskriven genom en tidskonstant, τ [timmar], som beskriver hur väl byggnaden klarar en kortvarig köldknäpp utan att det märks allt för mycket på inomhus temperaturen, se ordlistan i kap 8.

värmelaster inte ingår i beräkningarna och åt andra hållet att det behövs en viss marginal uppåt för att vara på den säkra sidan vid köldknäppar.

Tabell 13. Kriterier för att uppnå olika betyg inom indikator 2 i Miljöbyggnad

Ej eluppvärmd	W/m ²
Brons	≤ 60
Silver	≤ 40
Guld	≤ 25
Eluppvärmd	
Brons	≤ 40
Silver	≤ 30
Guld	≤ 20

Indikator 4:

All energianvändning inklusive verksamhetsel/hushållsel klassas enligt nedan:

Miljökategori 1 = Sol, vind, vatten, äkta spillvärme²⁰

Miljökategori 2 = Biobränsle

Miljökategori 3 = Biobränsle icke miljögodkända pannor

Miljökategori 4 = Ej förnybart inkl. torv

Tabell 14. Kriterier för att uppnå olika betyg inom indikator 4 i Miljöbyggnad

Betyg	Brons	Silver	Guld
% av årlig energianvändning i byggnaden (inkl. hushållsel/verksamhetsel)	>50 % från miljökategorierna 1, 2 och 3	Alt 1. > 10 % från Miljökategori 1 och < 25 % från Miljökategori 4 Alt 2. >50 % från Miljökategori 2 och <25 % från Miljökategori 4.	Alt 1. > 20 % från Miljökategori 1 och < 20 % från vardera Miljökategori 3 och 4 Alt 2. > 50 % från Miljökategori 2 och < 20 % från vardera Miljökategori 3 och 4

²⁰ Det vill säga att värmeleveranserna till 100 % härstammar från restvärme från processerna inom en industri och inte från primära bränslen som används i syfte att generera fjärrvärme.

Även här finns ett Excelverktyg till hjälp för att beräkna den sammanlagda fördelningen av miljökategorier för byggnadens hela energianvändning. Bränslemixen för de ingående fjärrvärmenäten har i den senaste versionen av verktyget referensår 2010. 2012 års bränslemix använts i denna studie. Olika fjärrkylanät finns inte heller representerade i verktyget, varvid egna beräkningar genomfördes för de olika näten. Vid miljökategorisering av byggnadens energianvändning inkluderas inte värme från berg/vatten/mark/luft som hämtas med hjälp av en värmepump, som Miljöindikator 1. Bland annat innebär det att en effektiv värmepump inte får speciellt stora fördelar jämfört med en mindre effektiv eftersom det endast är fördelningen av miljökategorier för den använda elenergin som spelar roll. För värmepumpar i fjärrvärmenätet är det lite mer förvirrande vad som egentligen ingår eftersom det för data för år 2008 i Excelverktyget för *Energislag* ingår värme från värmepumpar som Miljökategori 1 med det för år 2010 inte gör det.

En känslighetsanalys visade dock att det inte spelar någon roll för slutbetyget i dessa fallstudier att inkludera värme från värmepump i byggnader som Miljökategori 1 eftersom den är så pass liten del av den totala energianvändningen.

Avfall, industriell spillvärme och nordisk elmix miljöklasseras i verktyget med generella schabloner. För både avfall och spillvärme är det fritt fram att använda egna specifika schabloner om sådana finns. En känslighetsanalys kring detta har gjorts, se kapitel 5.1.

Tabell 15. Sammanställning av hur verktyget för indikator 4 i Miljöbyggnad miljöklassar avfall, nordisk elmix och industriell spillvärme.

Miljökategori	Avfall	Nordisk elmix	Spillvärme
1	-	-	50 %
2	55 %	55 %	25 %
3	-	-	-
4	45 %	45 %	25 %

Valet av specifika schabloner för avfallet och spillvärmens är gjord för att bättre överstämja med verkligheten för det specifika fjärrvärmenätet. Detta är helt i enlighet med de riktlinjer som finns i manualen i Miljöbyggnad (SGBC, 2012a). För avfallet har en fossilandel på 36 % valts för både Linköpings och Göteborgs fjärrvärme enligt de resultat som framkommit i rapport från Avfall Sverige 2012 (Avfall Sverige Utveckling, 2012). Dock är denna schablon inte en energiandel fossilt utan andel av kolatomerna i avfallet som är av fossilt ursprung i förhållande till samtliga. Energiandel är troligen något högre. För spillvärmens i Göteborg har antagits att det som redovisas som industriell spillvärme faktiskt också är spillvärme och inte producerat från några primära bränslen.

4.2.2 BREEAM

I manualen till BREEAM(BRE Global ltd & SGBC, 2013), gäller anvisningarna för handel, kontor och lättare industri, och inte för flerbostadshus. Vill man klassa ett flerbostadshus i Sverige får man använda ett system som kallas BESPOKE²¹, ett specialanpassat system för det enskilda projektet. Eftersom bedömningar av indikatorerna *energieffektivitet* och *koldioxidsnål energiteknik* är bland de delar som förändrats mest jämfört med den internationella versionen så har även beräkningar för flerbostadshuset gjorts utifrån BREEAM-SE. Eftersom *energieffektivitet* är relaterad till BBR har beräkningarna anpassats till minimikravet för *specifik energiprestanda* som anges för flerbostadshus.

I BREEAM-SE har poäng från två olika indikatorer inom energiområdet inkluderats (Ene 1, *energieffektivitet* samt Ene 5, *koldioxidsnål energiteknik*) eftersom det är dessa som i huvudsak kan skilja åt mellan en byggnad med fjärrvärme och en med värmepump som uppvärmningssystem. Huvudparten av poängen inom energiområdet ”Ene”, dvs. max 19 av max 28²² för kontor, kommer från dessa två indikatorer;

Ene 1 – *Energieffektivitet*

Ene 5 – *Koldioxidsnål energiteknik*, plus poäng för Innovation

Ene 1. I denna kategori relateras energianvändningen till BBRs *specifika energiprestanda*, se definitioner i kap 8. Skalan nedan anger förbättring jämfört med BBR:s minimikrav. Notera att skalan är progressiv så till vida att det blir längre mellan poängen ju större förbättringen är.

²¹ Ingen anpassning finns framtagen till Svenska förhållanden utan International Bespoke används.

²² För en kontorsbyggnad

Tabell 16 Poängskala för nybyggnation. Ene 1 inom BREEAM SE Version 1.0. En uppdaterad version av BREEAM-SE ver 2, utkom 5 maj 2013 då projektet i princip avslutats. En av de få skillnader i den senare versionen var att tabellen nedan ändrats enligt kolumnen till höger.

Poäng	Förbättring %	<i>BREEAM SE version 2, 5 maj 2013</i>
1	1 %	1 %
2	3 %	4 %
3	5 %	7 %
4	7 %	10 %
5	11 %	14 %
6	15 %	18 %
7	19 %	22 %
8	25 %	28 %
9	31 %	36 %
10	37 %	50 %
11	58 %	66 %
12	79 %	82 %
13	100 %	100 %

Vid egen el- och/eller värmegenerering lokalt vid/på byggnaden från exempelvis solceller och småskalig vindkraft eller värme från solvärme kan detta alltid inkluderas i beräkningarna som om det används i byggnaden, alltså kan man erhålla en förbättring upp emot 100 % även då byggnadens energianvändning inte är lika med 0. Ett annat sätt att uttrycka detta är att nettoexport av el eller värme på årsbasis får tillgodoräknas som byggnadens egen energianvändning.

Ene 5- Koldioxidsnål energiteknik

Enligt BREEAM (BRE Global ltd & SGBC, 2013) ska en förstudie genomföras som visar på bästa möjliga val av koldioxidsnål teknik. Detta moment är obligatoriskt och det går inte att uppnå fler poäng utan denna med ett undantag (vilket beskrivs senare i stycket). För genomförd förstudie erhålls 1 poäng.

Därefter erhålls poäng utifrån nedanstående skala, där poängen ökar efter gjorda förbättringar jämfört med totala koldioxidutsläpp från ett referenshus. För att uppnå poäng 1-5 inkluderas all energi utom verksamhetsel medan sista innovationspoängen även inkluderar verksamhetselen²³, se Tabell 17. Referensbyggnaden är en byggnad med ett värmepumpsystem med en årsvärmefaktor, SCOP, på 2,5 och en kylmaskin med en säsongskylfaktor, SCOP på 4. Byggnadens elanvändning ansätts till nordisk

²³ För sista poängen uppnås en s.k. Nollkoldioxid-utsläppsbyggnad

elmix²⁴. Referensbyggnadens totala energianvändning är densamma som den beräknade för den bedömda byggnaden. Det CO₂-utsläpp som genereras av referenshusets energianvändning divideras sedan med 0,9 så att en förbättring med 10 %, d.v.s. 2 poäng, uppnås med just ett sådant system som används i referensbyggnaden. Förbättringar av koldioxidprestandan på energianvändning beräknas enligt följande.

$$(CO_{2ref} - CO_{2uppskattad}) / CO_{2ref} * 100 \% = \text{Förbättring \%}$$

Tabell 17. Poängskalan för Koldioxidsnål energiteknik, Ene 5, inom BREEAM SE Version 1.0

Poäng	Förbättring %
2	10 %
3	15 %
4'	50 %
5'	100 %
6'	100 % *

'Innovationspoäng

* (här ingår även verksamhetsel)

Även här kan 100 procentig förbättring endast uppnås om tillgodoräknande av exporterad energi får göras. Endast ackreditering till och med 0 i energianvändning går att göra. Exporterad el till nätet kan bara ersätta köpt el och exporterad värme ersätter köpt fjärrvärme och så vidare. Inget exempel med nettoexport har dock tagits upp inom ramen för denna rapport.

Då koldioxidsnål teknik byggs på plats finns en lista med godkända energitekniker och bränslen s.k. LZC²⁵-teknik. Denna lista har modifierats till en del för att anpassas till svenska förhållanden så att exempelvis skogrester går bra att använda som bränsle. För avfallsförbränning gäller, att avfallet får nyttjats som bränsle om all annan koldioxidsnål teknik studerats och avfärdats. Årliga mål för återvinning och återanvändning skall uppfyllas av kommunen, samt att denna följer riktlinjer för avfallshantering. För en avfallsförbränningsanläggning som byggs on-site²⁶ gäller att ett dokumenterat system finns för avfallshantering med återanvändning eller återvinning. Det är något oklart om dessa regler omfattar även befintlig lågkoldioxid-fjärrvärme som väljs eller om det endast gäller vid uppförande av ny anläggning.

²⁴ Årsmedelvärde beräknad på slutanvändning och exklusive Island.

²⁵ Low Zero Carbon

²⁶ Verkar dock inte så sannolikt att någon aktör skulle bygga en anläggning on-site.

Den första poängen inom Ene 5 kan också erhållas genom att teckna ett avtal om energileveras (står dock el i manualen) från 100 % förnybar energikälla, avtalet skall gälla i 3 år och avse en ackrediterad extern energikälla. I praktiken är detta svårt att uppnå i Sverige då andra åtaganden ej får överlappas av den förnybara energikällans utbyggnad, t.ex. elcertifikat. Det går inte att fortsatt samla poäng inom Ene 5 då detta alternativ används eftersom förstudien av tänkbar *koldioxidsnål energiteknik* inte genomförts.

Det finns flera andra *indikatorer* inom energiområdet, exempelvis, **Ene 6 – Klimatskalets energiprestanda och lufttäthet**. Där kan **en** poäng erhållas för klimatskalets energiprestanda. Inom denna rapport är det främst skillnaden mellan olika uppvärmningssystem som ska tydliggöras och denna poäng utgör ingen sådan skillnad då byggnaderna i sig är identiska bortsett från uppvärmningssystemet.

4.2.3 Frågetecknen kring Ene 5

Under arbetet med BREEAM-SE har ett antal frågetecken som rör beräkningarna inom Ene 5, Koldioxidsnål energiteknik, identifierats. Dessa frågor har ställts både till SGBC och BRE men på grund av deras arbetsbelastning och viss förvirring kring vem som är ansvarig för dylika frågor har inga tydlig svar ännu fåtts.

Den första frågan rör definitionen av *Lågekoldioxid fjärrvärme och fjärrkyla* (sid 102 i BREEAM SE v2). I manualen uttrycks det som om det *endast Lågekoldioxid fjärrvärme och fjärrkyla* får ingå i beräkningen av koldioxidutsläppminskningen i Ene 5. Fjärrvärme och fjärrkyla med högre utsläpp ingår alltså inte oavsett om det totalt sett²⁷, dvs. då byggnadens totala energianvändning ingår i beräkningarna, blir en koldioxidminskning och därmed uppnås inga poäng. I fallstudien med kontoret i denna studie är det fjärrkylan som står för en betydligt större del av köpt energi och denna bidrar i de flesta fall till en minskning av koldioxidutsläppen relativt referensen medan fjärrvärmens i vissa fall inte gör det. Totalt sett blir det dock i vissa fall en minskning. Bör det inte vara den totala minskningen som räknas? I denna studie har den totala minskningen beräknats oavsett om viss delmängd av energianvändningen nått över gränsen för *Lågekoldioxid fjärrvärme* eller ej.

Den andra frågan är vilken emissionsfaktor på nordisk elmix som avses. Enligt kommunikation med SGBC är det nordisk residualmix som ska användas, d.v.s. en betydligt högre emissionsfaktor än den för nordisk elmix, vilket är den som använts i detta projekt. Att det är residualmixen som ska användas är inget som framgår tydligt i manualen. Paradoxen att använda residualmixen är att det samtidigt i BREEAM inte går att köpa en delmängd av elen i det nordiska elnätet och få tillgodoräkna sig det miljövärdet. Å ena sidan accepteras alltså systemet med handel av ursprungsätter för el är eftersom det är residualmixen som ska användas men å andra sidan gör den inte det eftersom det inte går att välja vilken el som ska köpas. Här behövs ett tydliggörande varför residualmix i så fall ska väljas.

²⁷ Dvs. då byggnadens totala energianvändning ingår i beräkningarna. Upp till 5 poäng ingår uppvärmning, tvv, kyla och fastighetel men för 6 poäng inkluderas även verksamhetsel

Den tredje frågan rör huruvida det är möjligt att bygga ut ex. en biopanna i ett befintligt nät och därmed få tillgodoräkna sig den delmängd av den totala värmen i fjärrvärmenätet som denna svarar för. Som det uttrycks nu är det alltid hela bränslemixen i ett fjärrvärmenät som ska användas men tolkningsutrymme finns.

Den fjärde frågan rör också allokering av delmängd av el eller värme i fjärrvärmenät. Går det att sälja en delmängd av den el som produceras i kraftvärmeverk i det fjärrvärmenät där värmen köps till byggnaden om denna samtidigt är exkluderad från de gröna elcertifikaten? Exempelvis biokraftvärme-el i fjärrvärmenät med i övrigt diversifierad bränsletillförsel. Syftet är att denna då skulle räknas som en *Lågkoldioxid* el.

Den femte frågan anknyter till fråga fyra; Går det att i exemplet ovan anse att byggnaden bör få tillgodoräkna sig motsvarande mängd kraftvärme el som produceras på grund av byggnadens värmeunderlag som möjliggör elproduktionen?

Den sjätte frågan rör huruvida denna del-märkning av värme och el i ett fjärrvärmenät i så fall skulle kunna säljas inom ett handelsystem där fler fjärrvärmenät ingår och där ursprungsmärkt fjärrvärme och el kan handlas mellan fjärrvärmenäten.?

4.2.4 LEED

I klassningssystemet LEED kan poäng erhållas från bland annat indikator 1 (kallat credit 1 i LEED) - *Optimize Energy Performance*. Detta ämne tillhör området *Energy and Atmosphere, EA* och är den enda indikator som studeras i rapporten då det konstaterats att alla andra energirelaterade områden bör ge liknande resultat oavsett uppvärmnings- och kylsystem.

Inom indikator 1 (EA Credit 1) finns två olika alternativ, Option 1 och Option 2 varav det endast är det sistnämnda som kan ge full poäng. I denna studie analyseras endast Option 2, där hänsyn tas till ”utvidgning av energisystemet” (eng. Aggregated Building Scenario). Endast i detta alternativ tas hänsyn till vilken miljöprestanda som energisystemet utanför byggnaden har, exempelvis fjärrvärme, då den svenskanpassade DES-guiden kan användas.

Poängberäkningarna baseras på energikostnader²⁸. Det finns ett alternativt tillvägagångssätt²⁹ för svenska projekt för att fiktivt beräkna fjärrvärmens och fjärrkylans rörliga energikostnad. Detta sker genom att ta fram en prisviktningsfaktor via primärenergifaktorer och emissionsfaktorer för CO_{2eq}/kWh för fjärrvärmen eller fjärrkylan. Den framtagna viktningsfaktorn multipliceras sedan mot priset för eldningsolja. Låga primärenergifaktorer och emissionsfaktorer genererar låga viktningsfaktorer vilket ger en låg fjärrvärme- och fjärrkylekostnad. Energikostnaden per kvadratmeter för den bedömda byggnaden relateras till en referensbyggnad som utnyttjar eldningsolja för uppvärmning. Referensbyggnadens energianvändning beräknas genom att utnyttja riktlinjer från den amerikanska energistandarden,

²⁸ Att använda energikostnader i Sverige idag som ett mått på en hållbar byggnad känns mycket avlägset.

²⁹ S.k. Alternative compliance path, ACP

ASHREA³⁰, och utifrån det genomföra en energisimulering. Standarden rör allt från vilka material som ska användas och deras isoleringsförmåga till pannverkningsgrader. I de referensbyggnader som tillhör de typhus som används i rapporten visar det sig att energianvändning för referensbyggnaderna blir relativt hög.

Det finns fler poäng inom LEED område *Energy & Atmosphere* som också relaterar till energisystemet men de bör inte ge några större skillnader mellan en byggnad med fjärrvärme och en med värmepump, varför inga beräkningar genomförts här. Ett exempel som inte inkluderas i beräkningarna är **Credit 2- On-site Renewable Energy**: Här finns visst utrymme kring tolkning av vad *On-site renewable* egentligen är. Här har tolkningen gjorts att förnybar energianvändning i ett fjärrvärmesystem inte kan ses som *On-site renewable* även då Option 2 används inom Credit 1. Solceller, solfångare samt små vindturbiner på eller vid byggnaden är exempel på sådant som kan klassas som *On-site renewable* enligt manualen.³¹

En annan anledning att inte inkludera Credit 2 är att *On-site renewables* som minskar energikostnaden med endast 13 % ger maximala 7 poäng. Det innebär att alla byggnader, oavsett uppvärmningssystem, kan uppnå detta och medför därför ingen skillnad som ska tas upp inom ramen för denna rapport.

En annan indikator som granskats för att se om den bör ingå är **Credit 4 – Enhanced Refrigerant Management**. Det konstateras dock att de svenska systemen troligtvis uppfyller de högsta kraven för både fjärrvärmefallet samt värmepumpsfallet gällande läckage av köldmedium vilket gör att det är onödigt att inkludera detta i poängberäkningarna.

Den sista indikatorn som granskats och avfärdats är, **Credit 6 – Green Power**. Avtal med förnybar el minst två år som motsvarar minst 35 % av elanvändningen skall finnas för att 2 poäng ska uppnås. Endast de avtal som överensstämmer med de tekniska specifikationerna som finns i det amerikanska Green-e energiprogrammet godkänns. De är oklart vilka av de svenska alternativen som godkänns. Enda skillnaden mellan ett hus med värmepump och ett med fjärrvärme är att avtalet måste omfatta större leveranser i värmepumpsfallet.

³⁰ ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-2007 G2.5

³¹ Personlig kommunikation med Tor Landin på Bengt Dahlgren

5 RESULTAT OCH ANALYS

Tabell 18. Sammanställning av resultat av beräkningarna för flerbostadshuset. Det orangefärgade fältet visar de fallstudier som har fjärrvärme och fjärrkyla

Ort	Solna-Sundbyberg			Linköping			Göteborg			Solna/Linköping/ Göteborg	
Uppvärmning	Fjärrvärme			Fjärrvärme			Fjärrvärme			Värmepump	
Kyla	Fjärrkyla			Fjärrkyla			Fjärrkyla			Kylmaskin	
Elanvändning	Bra Miljöval	Nordisk elmix		Bra Miljöval	Nordisk elmix		Bra Miljöval	Nordisk elmix		Bra Miljöval	Nordisk elmix
Miljöbyggnad - totalt	SILVER	SILVER		SILVER	SILVER		SILVER	SILVER		GULD	SILVER
Indikator 1	SILVER			SILVER			SILVER			GULD	
Indikator 2	GULD			GULD			GULD			SILVER	
Indikator 3 (Ej beräknad)	SILVER	SILVER		SILVER	SILVER		SILVER	SILVER		SILVER	SILVER
Indikator 4	GULD	SILVER		SILVER	BRONS		SILVER	BRONS		GULD	BRONS
BREEAM 19 av 28 poäng inkluderade	13	13		9	9		9	9		14	11
Ene 1	9	9		9	9		9	9		10	10
Ene 5	4	4		0	0		0	0		4	1
LEED 19 av 35 poäng inkluderade	19	19		19	19		19	19		19	19
Credit 1	19	19		19	19		19	19		19	19
Primärenergifaktor (värme och kyla)	0.31	0.31		0.29	0.29		0.36	0.36		0.42	0.86

Tabell 19. Sammanställning av resultat av beräkningarna för kontoret. Det orangefärgade fältet visar de fallstudier som har fjärrvärme och fjärrkyla medan de två kolumnerna till höger anger fallstudien med värmepump och kylmaskin.

Ort	Solna-Sundbyberg			Linköping			Göteborg			Solna/Linköping		
Uppvärmning	Fjärrvärme			Fjärrvärme			Fjärrvärme			Värmepump		
Kyla	Fjärrkyla			Fjärrkyla			Fjärrkyla			Kylmaskin		
Elanvändning	Bra Miljöval	Nordisk elmix		Bra Miljöval	Nordisk elmix		Bra Miljöval	Nordisk elmix		Bra Miljöval	Nordisk elmix	
Miljöbyggnad - totalt	BRONS	BRONS		BRONS	BRONS		SILVER	SILVER		BRONS	BRONS	
Indikator 1	BRONS			BRONS			BRONS			GULD		
Indikator 2	BRONS			BRONS			SILVER			KLASSAD		
Indikator 3 (Ej beräknad)	SILVER	SILVER		SILVER	SILVER		SILVER	SILVER		SILVER	SILVER	
Indikator 4	GULD	BRONS		GULD	BRONS		GULD	BRONS		GULD	BRONS	
BREEAM 19 av 28 poäng inkluderade	6	5		5	2		5	2		14	13	
Ene 1	2	2		2	2		2	2		10	10	
Ene 5	4	3		3			3			4	3	
LEED 19 av 35 poäng inkluderade	19	19		19	19		19	19		19	19	
Credit 1	19	19		19	19		19	19		19	19	
Primärenergifaktor (värme och kyla)	0.32	0.32		0.33	0.33		0.29	0.29		0.34	0.71	

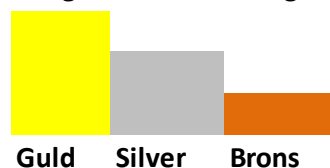
En generell slutsats från resultaten är att det inte går att se någon gemensam trend för slutresultaten inom de olika miljöklassningssystemen. LEED ger högsta resultat för samtliga alternativ, BREEAM ger favör åt värmepumpsalternativen medan Miljöbyggnad ger vissa fall fördel fjärrvärme och vissa fall fördel för värmepump, se Tabell 18 och Tabell 19. Nedan kommer mer specificerade resultat och analyser för de respektive miljöklassningssystem. För att lättare förstå presentationen av resultaten finns Tabell 20 som förklarar upplägget i diagrammen fortsatt.

Tabell 20 Förklaring till resultatdiagram för respektive fall.

Nivå 1. Vald el	Bra miljöval el ³² respektive Nordisk elmix ³³
Nivå 2. System för kyla	Fjärrkyla respektive Kylmaskin
Nivå 3. Uppvärmningssystem	Fjärrvärme respektive Värmepump
Nivå 4. Fjärrvärmenät/Fjärrkylanät	Typnät för fjärrvärmen, samt specificering av schabloner för avfall samt spillvärme

5.1 Resultat för Miljöbyggnad

Betygen sätts för indikatorer, aspekter och områden. Det som är mest relevant att titta på är indikatorn *Andel av energislag* (Indikator 4) och hur den varierar mellan de 8 olika kombinationerna för respektive typhus. Denna indikator är dock endast en av fyra inom energiområdet. Det kan alltså totalt sett för energiområdet bli ett lågt betyg även då hösta betyg, guld, uppnås inom indikatorn *Andel av energislag*. Figuren visar färgskalan som använts för att illustrera resultaten inom Miljöbyggnad. Notera att stapelns höjd också visar betyget.



5.1.1 Val av energislag – Flerbostadshuset

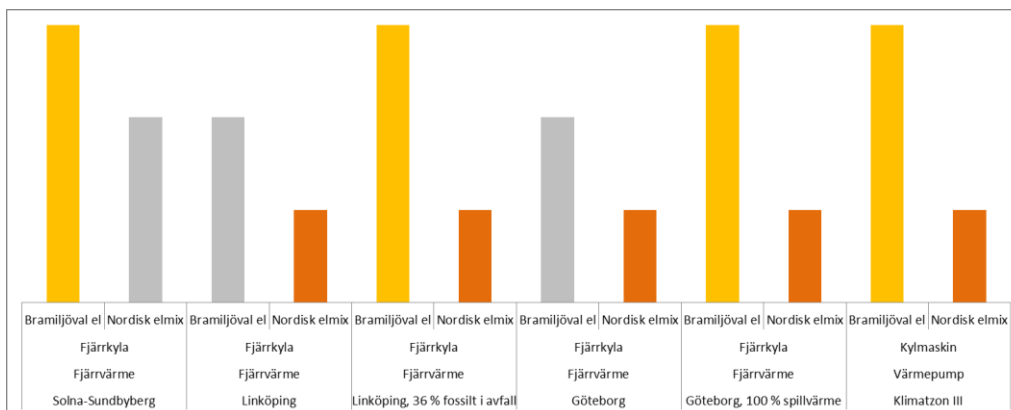
För flerbostadshuset spelar bränslemixen för fjärrvärmen en större roll än i fallet med kontoret eftersom uppvärmning och tappvarmvatten står för högre andel av totala energianvändningen, se avsnitt 2.1. Även de mer verklighetsanpassade valen av schabloner för andel fossilt i avfall och hur stor andel av den industriella spillvärmen som är "äkta" spillvärme³⁴ påverkar. Den största påverkan har dock ursprunget på den använda elenergin, eftersom el står för ungefär hälften av energianvändningen.

³² | BREEAM är detta utbytt till el från egen vindkraft

³³ | LEED samt i egna primärenergiberäkningar används istället nordisk residualmix

³⁴ | Det vill säga att delar av värmeleveranserna från industrin är producerad med primära bränslen och inte härstammar från restvärme från processerna inom industrin.

Guld uppnås i näst intill samtliga fall då ”Bra Miljöval el”³⁵ väljs. Värt att notera är att den Bra Miljöval Värme märkta fjärrvärmen i Solna-Sundbyberg ger flerbostadshuset silver trots att Bra Miljöval el inte används i byggnaden (2 stapeln från höger). Detta på grund av att fjärrvärmen samt fjärrkylan har låga koldioxidemissioner.

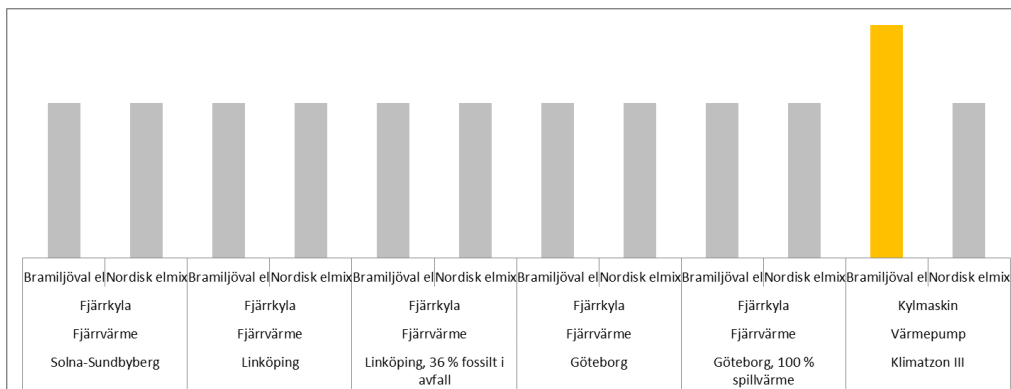


Figur 15. Resultat för flerbostadshuset indikator 4 *Val av energislag* inom området energi i Miljöbyggnad.

5.1.2 Totalt för området energi – Flerbostadshuset

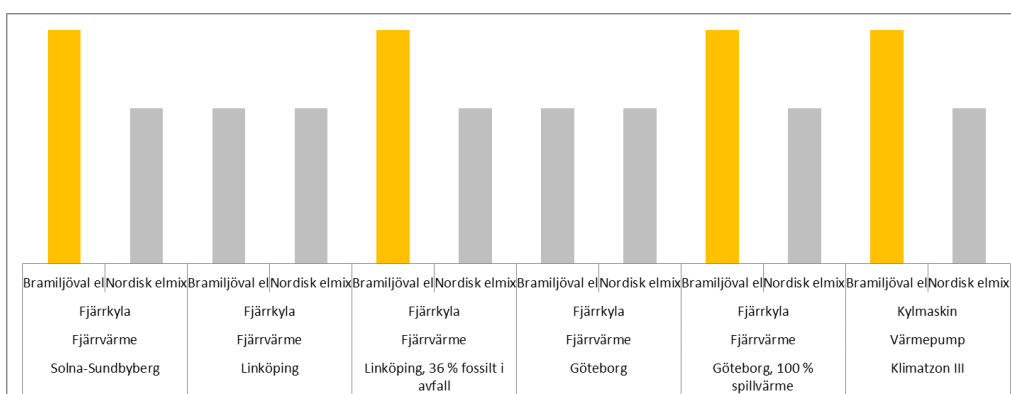
För beräkning av totala betyget inom området Energi tillkommer även de andra tre indikatorerna, *energianvändning*, *värmeeffektbehov* och *solvärmelast*. För energianvändning och värmeeffektbehov skiljer sig kriterierna mellan byggnader med respektive utan eluppvärmning. För solvärmelasten finns inget värde framtaget för den aktuella byggnaden utan här har gjorts en känslighetsanalys där olika betyg (brons, silver, guld) ansatts för solvärmelasten för att studera denna indikatorns inverkan på totalbetyget. Då silver ansätts blir resultatet slående att flerbostadshuset med värmepump och kylmaskin och som köper Bra Miljöval el är det enda som uppnår högsta betyg, se Figur 18. Detta beror på att samtliga kombinationer får silver för aspekten *värmeeffektbehov* medan den enda som får guld inom aspekten *energianvändning* är byggnaden med värmepump och därmed guld totalt sett då *val av energislag* också ger guld med Bra Miljöval el. Resterande byggnader får betyget silver oavsett om Bra Miljöval el valts eller inte. Alternativen med det lägre betyget för indikatorn 4 (val av energislag) höjs alltså på grund av högre betyg inom de andra indikatorerna. Det blir inte något genomslag för de specifika schabloner som valts för avfall och industriell spillvärme i Linköping och Göteborg.

³⁵ Vattenkraft som är 100 % i Miljökategori 1, se avsnitt 4.2.1

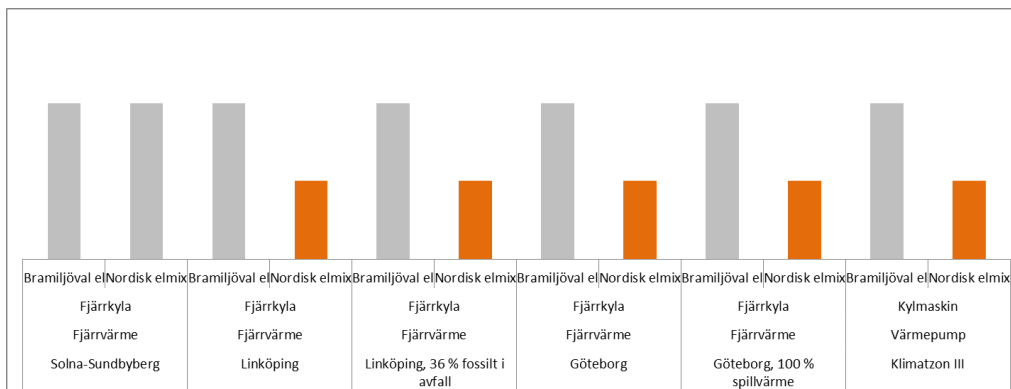


Figur 16. Flerbostadshusets totalbetyg inom området energi. Indikatorn för solvärmelast har här valts till silver

Om betyget för *solvärmelast* ansätts till brons eller guld blir skillnaderna i resultatet större och flerbostadshuset med värmepump får inte samma övertag. För brons kommer ett brons inom indikator 4, *val av energislag*, att sänka totalbetyget till brons medan ett silver eller mer höjer totalbetyget ett steg. Det innebär att de flesta alternativ som inte har Bra Miljöval el får Brons medan de andra får Silver. Undantaget är flerbostadshuset med Bra Miljöval fjärrvärme som får silver trots att inte Bra Miljöval el valts. Det innebär att ett alternativ med fjärrvärme fått högre betyg än ett alternativ med värmepump, se Figur 18. För alternativet med guld för indikatorn *solvärmelast* spelar schablonerna för andel fossilt i avfall och andel äkta spillvärme in för totalbetyget se Figur 17. Betyget Guld erhålls då för flerbostadshuset både med Linköpings och med Göteborgs fjärrvärme om specifika schabloner, där data korrigerats mot verklig statistik för respektive fjärrvärmenät, används. Dock erhålls betyget silver då de schabloner som finns angivna i verktyget används.



Figur 17 Flerbostadshusets totalbetyg inom området energi. Indikatorn för solvärmelast har här valts till guld



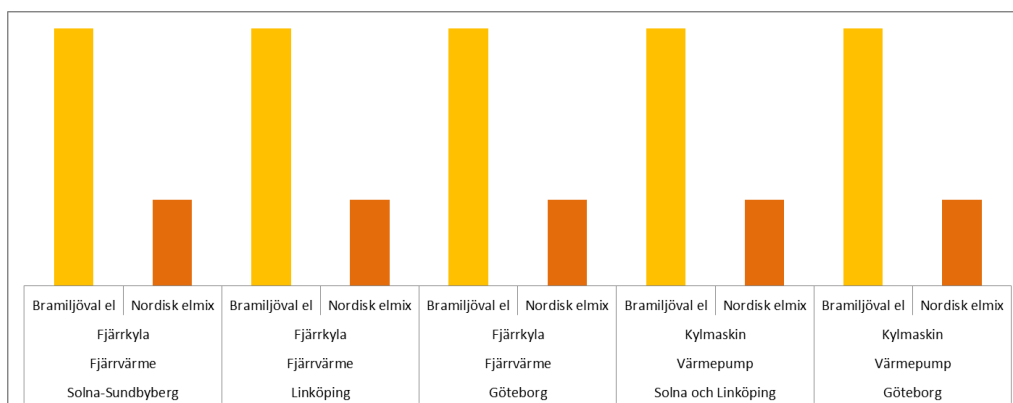
Figur 18 Flerbostadshusets totalbetyg inom området energi. Indikatorn för solvärmelast har här valts till brons.

Sammanfattningsvis kan sägas att Bra Miljöval el ger ett högre betyg för de flesta fall. I enstaka fall har värmepumpshuset en fördel av den fördelaktiga betygsättningen inom indikator 1, *årliga energianvändningen*³⁶, men oftast kompenseras den av det lägre betyget inom indikator 2, *värmeeffektbehov*.

5.1.3 Andel av energislag – Kontoret

Bra Miljöval el är den enda parameter som påverkar betyget för kontoret. Typ av uppvärmningssystem har alltså inte någon inverkan på indikatorn totalt sett, varför exempelvis val av specifika schabloner för avfall och spillvärme spelar en mindre roll än för flerbostadshuset. Fjärrkylan har också en relativt liten andel avfall och spillvärme i sin mix vilket gör att inte heller den påverkar totalbetyget. Betyget förändras inte då schablonerna ändras utan Linköping och Göteborg har samma betyg oavsett val.

³⁶ Där fördelen främst beror på kopplingen till definitionen av *specifik energianvändning* enligt BBR.

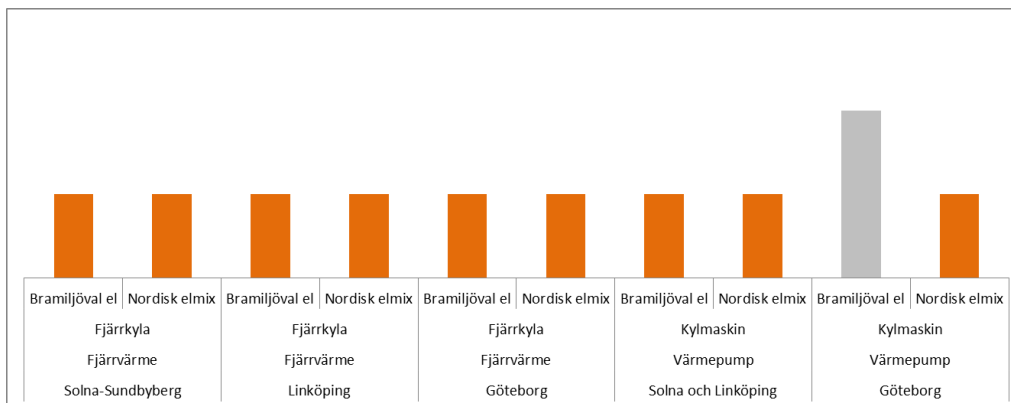


Figur 19. Betyg för indikatorn val av energislag för kontoret.

5.1.4 Totalt för området energi – Kontoret

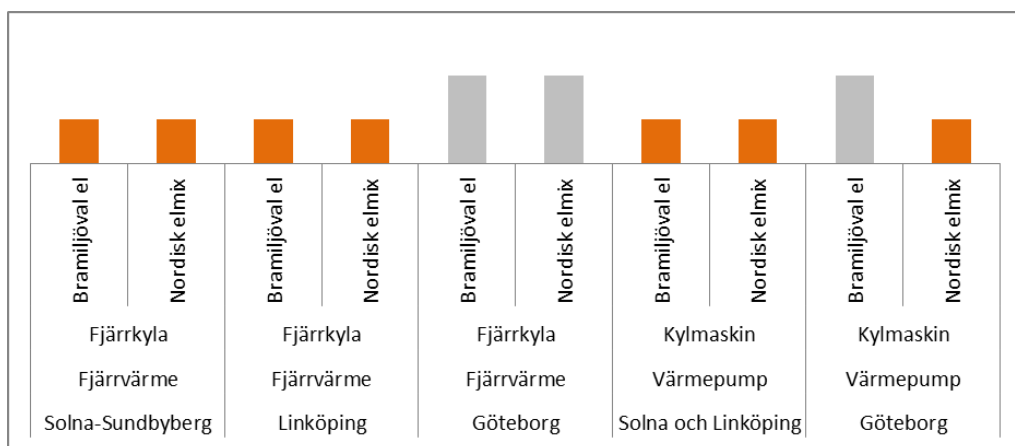
Avgörande för kontorets resultat är en helt annan indikator än för flerbostadshuset, nämligen värmeeffektbehovet. Betygsskalan för denna indikator är densamma oavsett var i landet huset är placerat, se avsnitt 4.2.1. Skillnaden i förväntade lägsta temp under en tvådygnsperiod mellan orterna (*DVUT*) innebar, med de antaganden som gjorts, att det blev skillnad i totalbetyg för hela området energi. Kontoret med värmepump som är placerats i Solna-Sundbyberg eller Linköping överskrider precis gränsen för att få ett betyg för värmeeffektbehov och därmed sänks totalbetyget en nivå jämfört med huset i Göteborg. I Figur 20 visas totalbetyget inom området energi då betyget för indikatorn solvärmelasten ansätts till brons. Kontoret med värmepump i Göteborg som köper Bra Miljöval el får totalt högst betyg och det alltså främst på grund av högre betyg för värmeeffektbehov och årlig energianvändning³⁷. Alla övriga alternativ får brons oavsett den variation som fanns i indikator 4, *Andel av energislag*. Kontoret med värmepump och kylmaskin har alltså olika totalbetyg för området Energi beroende på ort.

³⁷ Både fallen med värmepump har högre betyg för årlig energianvändning. Betygsskalan är relaterad till BBR



Figur 20. Kontorets totalbetyg inom området energi i Miljöbyggnad. Indikatorn för solvärmelast har här valts till brons.

Då solvärmelasten ändras till silver eller guld blir resultatet delvis ett annat jämfört med fallet innan, se Figur 21. Även här är det betyget för värmeeffektbehovet som påverkar. För kontoret med värmepump blir variationerna mellan orterna desamma som i fallet innan. Kontoret med fjärrvärme och fjärrkyla i Göteborg får ett högre betyg för värmeeffektbehovet vilket slår igenom först då solvärmelasten är silver eller bättre. Variationerna i val av energislag får ingen inverkan på totalen utan det är främst värmeeffektbehov och årlig energianvändning och som påverkar.



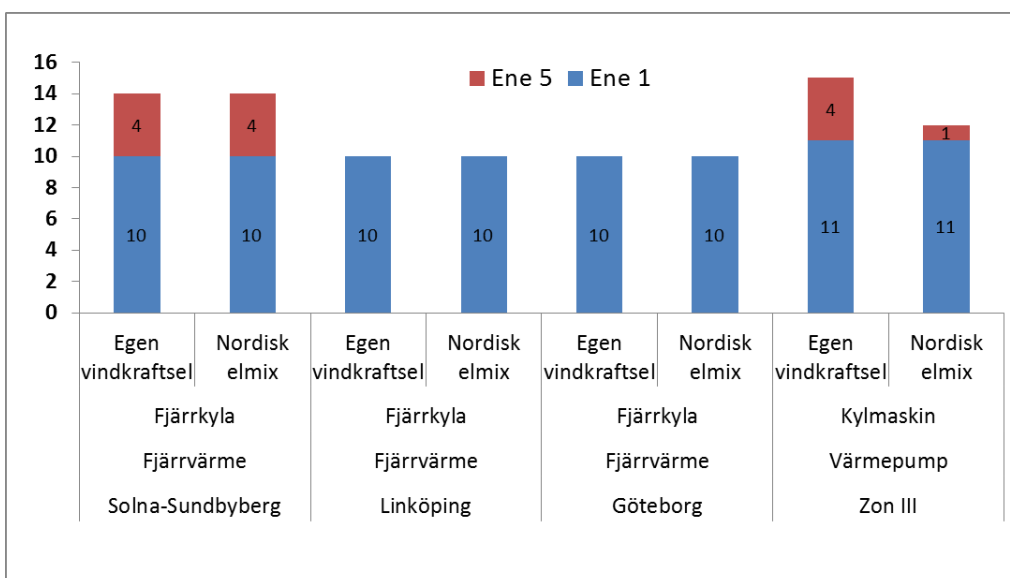
Figur 21. Kontorets totalbetyg inom området energi i Miljöbyggnad. Indikatorn för solvärmelast har här valts till silver eller guld.

5.2 Resultat för beräkningar med BREEAM

Resultat för beräkningarna i BREEAM redovisas för två indikatorer inom energiområdet, Ene 1, *Energieffektivitet* (motsvarigheten till årlig energianvändning i Miljöbyggnad) och Ene 5, *Koldioxidsnål energiteknik* (motsvarar delvis ”andel av energislag” inom Miljöbyggnad). Övriga poäng inom energiområdet är oberoende av uppvärmnings- och kylsystem och därmed inte intressanta att ta med i jämförelsen. Ene 1 och Ene 5 tillsammans svarar för huvudparten av poängen inom energiområdet, totalt 19³⁸ av 27³⁹. Sammanlagt går det maximalt att få 13 poäng inom Ene 1 och 6 poäng⁴⁰ inom Ene 5. För att nå allra högst i Ene 1 och allra högst i Ene 5 behöver byggnaden vara nettoexportör av energi på årsbasis vilket inte är fallet i våra exempel. Maximala poäng med förutsättningar i exemplen är 17 poäng. Eftersom ”Bra Miljöval el” inte är ett godkänt alternativ inom Ene 5 är valet här istället att investera i egen vindkraft under förutsättning att de gröna elcertifikaten då inte säljs vidare.

5.2.1 Flerbostadshus

För indikatorn Ene 1 blir skillnaden mellan huset med värmepump och det med fjärrvärme endast 1 poäng till fördel för värmepumpen, se Figur 22. För kontoret visar det sig bli betydligt mer, se vidare nedan.



Figur 22. Antal poäng som erhållits i beräkningarna för flerbostadshuset inom området Energieffektivitet, Ene 1 och inom Koldiodsnål energiteknik, Ene 5 inom BREEAM.

³⁸ Inklusive 3 innovationspoäng

³⁹ Poäng för kylförvaring ingår inte för kontor vilket gör att maximalpoängen för energi är lägre än tidigare angivet för BREEAM.

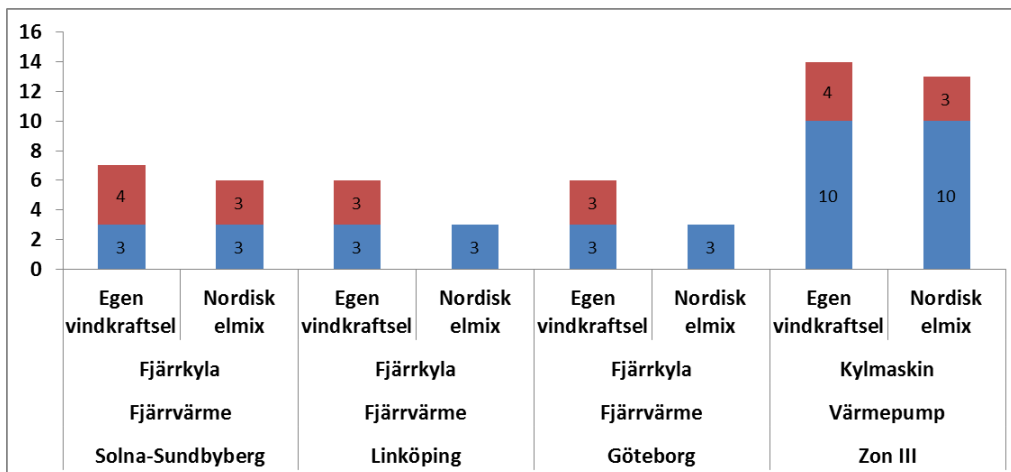
⁴⁰ 3 ordinarie poäng + 3 innovationspoäng

Skillnaderna mellan ett *ej eluppvärmt* hus och ett *eluppvärmt* blir mindre ju lägre energianvändningen är vilket förklarar skillnaderna mellan flerbostadshuset och kontoret, se känslighetsanalys i avsnitt 6.3.1. Inom Ene 5 påverkas resultatet av att investera i egen vindkraft för att tillgodose elbehovet då huset har värmepump och kylmaskin. För huset med fjärrvärme och fjärrkyla är det endast huset med Bra Miljöval fjärrvärme (Solna-Sundbyberg) som får poäng eftersom koldioxidemissionerna för de övriga byggnader med fjärrvärme ligger en bit över referenshuset, (ca 10-15 % högre). Egen utbyggd vindkraft räcker inte för att minska koldioxidnivån då det är så liten andel el som ingår i poängsättningen för byggnader med fjärrvärme. Fjärrkylan används i så liten omfattning att den inte påverkar resultatet nämnvärt.

5.2.2 Kontor

För kontoret är det som tidigare nämnts en avsevärd skillnad i antal poäng mellan huset som har fjärrvärme och fjärrkyla och det som har värmepump och kylmaskin inom Ene 1, Energieffektivitet, se Figur 23. Kontoret med fjärrvärme och fjärrkyla oavsett ort får 7 poäng mindre jämfört med värmepumpshuset bara inom Ene 1. Detta beror på hur systemgränsen är dragen då energianvändningen ska beräknas, se Kap 2.2, men också på att ju närmare det högsta tillåtna specifika energianvändningen byggnaden befinner sig, kontoret är närmare än flerbostadshuset, desto fler poäng fås vis en lite förändring, skalan är vad man skulle kunna kalla progressiv, se mer i känslighetsanalysen i kap 6.3.1

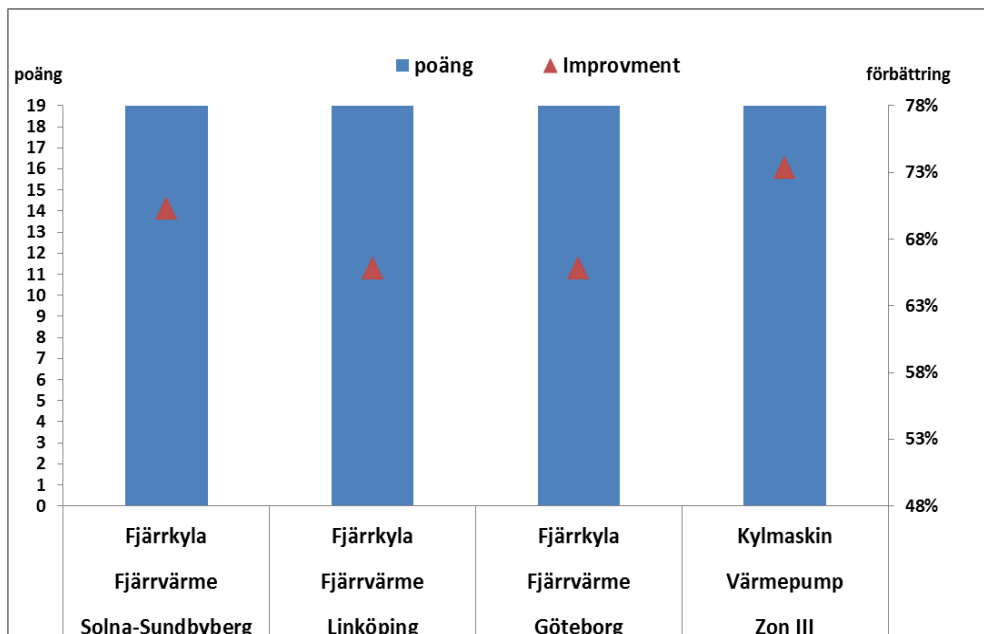
Inom Ene 5 är det lite jämnare resultat än för flerbostadshuset eftersom *driftselen* står för 22 % istället för 8 % av total energianvändning och därmed "betalar" sig egen vindkraftel även för de övriga byggnaderna med fjärrvärme och fjärrkyla. Även den högre andelen fjärrkyla bidrar till att minska koldioxidutsläppen jämfört med referenshuset. Det beror på att fjärrkylan för de studerade orterna generellt har bättre koldioxidprestanda än referenshuset som använder kylmaskin med säsongskylfaktor på 4 och nordisk elmix. Den högre värmefaktorn och kylfaktorn för kontorets värmepump och kylmaskin, gör att värmepump/kylmaskin med nordisk elmix får 3 poäng istället för 1 poäng som i fallet med flerbostadshuset. Totalt får kontoret med värmepump ett övertag med 7 poäng (motsvarande ca 25 % av de totalt möjliga inom energiområdet) även då Bra Miljöval fjärrvärme och fjärrkyla väljs.



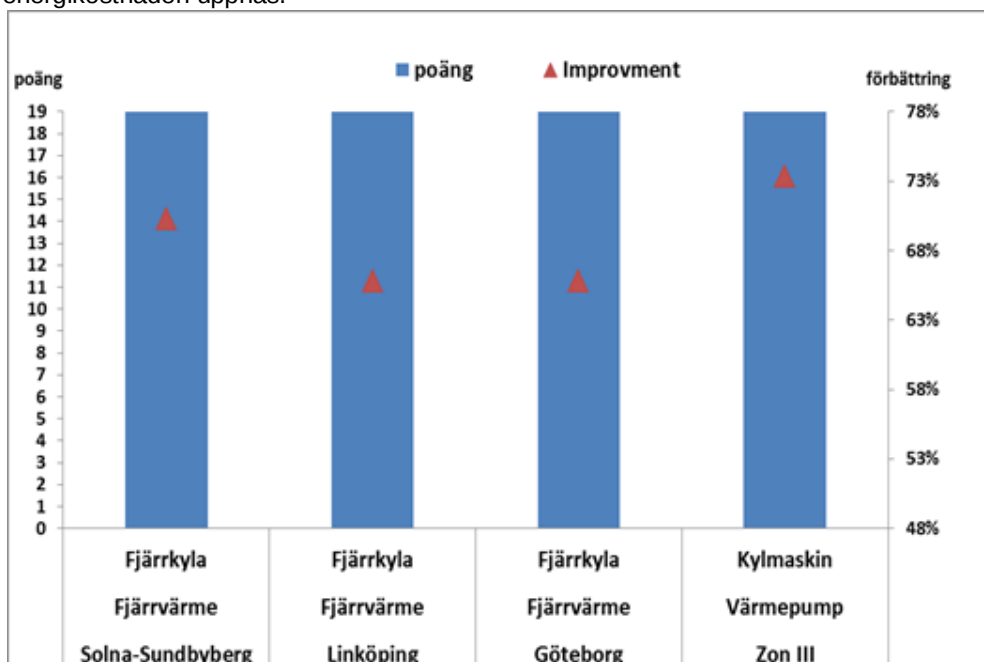
Figur 23. Antal poäng som erhållits i beräkningarna för kontoret inom området Energieffektivitet, Ene 1 och inom Koldiodsnål energiteknik, Ene 5 inom BREEAM.

5.3 Resultat för beräkningar med LEED

Resultaten för EA Credit 1 – *Optimize Energy Performance*, visar sig ligga på högsta poäng för båda typbyggnaderna oavsett uppvärmningssystem och lokalisering. Det blir därmed svårt att jämföra skillnader mellan de olika alternativen. Orsaken till att högsta poäng uppnås relativt lätt i exemplen är att den referensbyggnad som används i jämförelsen har en hög energianvändning. Det är både energianvändning och miljöprestanda för fjärrvärmen och fjärrkylan som tillsammans ger den fiktiva energikostnad som är jämförelsetalet inom Credit 1, se avsnitt 4.2.4. Då energianvändningen redan ligger så pass mycket lägre från början spelar miljöprestandan mindre roll för totala betyget. I våra exempel har referensbyggnaden en specifik energiprestanda som ligger ca 70 % respektive 120 % över gränsvärdet enligt BBR. Inga djupare analyser har gjorts inom projektet av hur dessa referensvärden är framtagna men klart är att den manual som används vid framtagande av simuleringsresultat för referensbyggnaden ger en hög energianvändning. En annan detalj som gör att skillnaderna mellan typbyggnaderna och dess varianter blir små är att uppvärmning och tappvarmvatten svarar för 44 % och 18 % av energianvändningen för flerbostadshuset respektive kontoret vilket gör att kostnaden för el ger större inverkan på resultatet än fjärrvärmen. Exempelvis ger även fjärrvärme från ett kolkraftvärmeverk högsta poäng, d.v.s. skillnaderna mellan svenska fjärrvärmenät och fjärrkylanät ger i dessa exempel ingen påverkan på resultatet.



Figur 24. Antal poäng för flerbostadshuset (y axeln till vänster) samt förbättring jämfört med referensbyggnaden till (till höger) inom LEED Credit 1- Optimize Energy Performance. För att uppnå högsta poäng ska 48 % förbättring för den fiktiva energikostnaden uppnås.



Figur 25. Antal poäng för kontoret (y-axeln till vänster) samt förbättring jämfört med referensbyggnaden till (till höger) inom LEED Credit 1- Optimize Energy Performance. För att uppnå högsta poäng ska 48 % förbättring för den fiktiva energikostnaden uppnås.

5.4 Beräkningar av primärenergi och växthusgasutsläpp

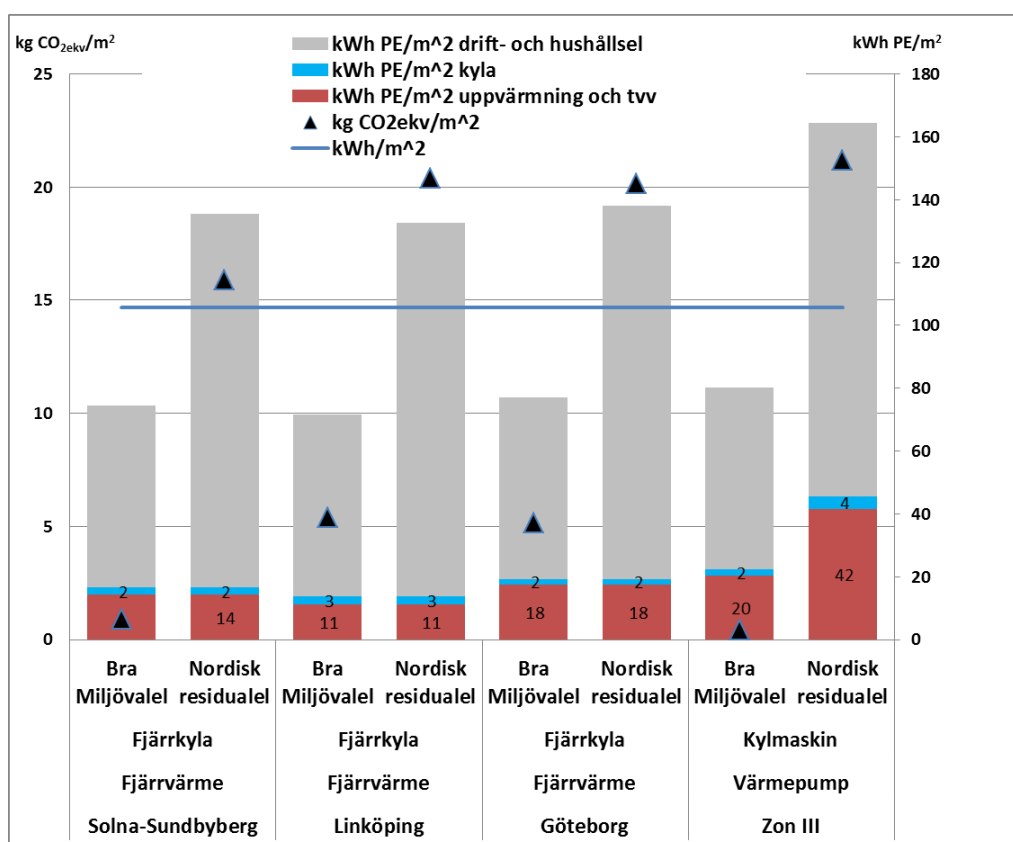
En enkel analys har gjorts av miljöpåverkan för typbyggnadernas energianvändning ur ett bokföringsperspektiv⁴¹. Detta har dels gjorts genom att beräkna emissioner av koldioxidekvivalenter (CO₂, CH₄ och N₂O ur ett livscykelperspektiv med GWP100-faktorer⁴²) för de olika energibärarna och dels genom att uppskatta byggnadernas primärenergiförbrukning. Emissionsfaktorer och primärenergifaktorer för energibärare har hämtats från Värmemarknadskommitténs överenskommelse (Värmemarknadskommittén, 2013), se avsnitt Bilaga 2 – PRIMÄRENERGI- och emissionsfaktorer. Resultaten har normaliserats per kvadratmeter. För flerbostadshuset, se Figur 27, såväl som för kontoret, se Figur 26, ger alternativet med värmepump och kylmaskin som använder el som anges som nordisk residualmix den högsta primärenergiförbrukningen och de högsta emissionerna av CO₂ekv. Generellt är fjärrvärmealternativen jämbördiga inom de alternativ som har nordisk residualmix respektive Bra Miljöval el och de mindre skillnader som finns mellan fjärrvärme- och fjärrkylaalternativen blir knappt märkbara då elanvändningen inkluderas. Fjärrvärmens och fjärrkylans svarar för en mycket liten del av energianvändningen och därmed primärenergiförbrukningen. Linköping ligger lägst följt av Solna-Sundbyberg och Göteborg. För flerbostadshuset med värmepump och Bra Miljöval el ligger primärenergiförbrukningen något högre än för fjärrvärmealternativen med Bra Miljöval el men är i stort sett lika för kontoret. Studeras endast primärenergiförbrukning för uppvärmning (röd) och kylning (blå) framgår att värmepumpsalternativet ligger högre än fjärrvärmealternativen för flerbostadshuset. För kontoret som har en antagen årsvärmefaktor på 3,5 istället för 2,5 samt en kylfaktor på 5,5 istället för 4 framgår att primärenergiförbrukningen ligger i nivå med de lägsta fjärrvärme- / fjärrkylaalternativen då Bra Miljöval el antas.

Inbördes rangordningen blir delvis en annan då emissioner av växthusgaser summeras, åtminstone då Bra Miljöval el antas. Den i princip emissionsfria Bra Miljöval-elen (ur ett bokföringsperspektiv) från vattenkraft slår igenom och ger för alternativet med värmepump det lägsta resultatet för de båda typbyggnaderna. De större variationerna i framförallt fjärrvärmens växthusgasintensitet gör att Solna-Sundbybergs fjärrvärme ger det lägsta resultatet bland fjärrvärmealternativen både med och utan Bra Miljöval el. Bland samtliga alternativ med nordisk residualmix ligger Solna-Sundberg lägst. Det bör noteras att ursprunget för fjärrvärmens och fjärrkylans el inte ändras mellan de olika alternativen. Rådigheten över valet ligger

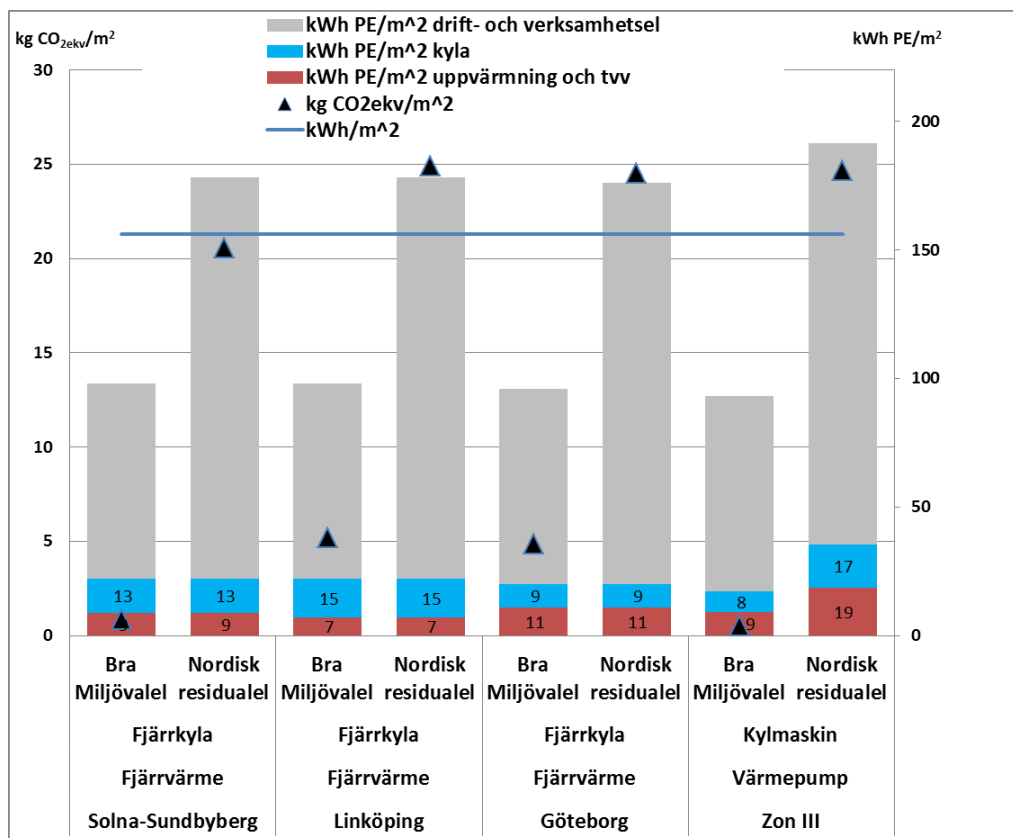
⁴¹ Med bokföring menas här att utsläppen under ett år summeras. Summan av alla enskilda utsläpp alltid lika med de totala utsläppen. Det är viktigt att gör skillnad på bokföringsperspektiv jämfört med att visa på de framtida konsekvenserna av ett beslut man tar idag. Det senare kräver en betydligt mer omfattande analys och antaganden

⁴² Hur står påverkan jämfört med koldioxid som växthusgasen har i ett 100 års perspektiv

där hos leverantören av fjärrvärmen respektive fjärrkylan vilket motiverar att inte ändra dess ursprung. Om en ändring hade gjorts hade det framförallt ändrat Solna-Sundbybergs fjärrvärme och fjärrkyla som har störst andel elanvändning i sin produktion. Då nordisk residualmix antas för kontoret ligger värmepumpsalternativet i nivå med båda fjärrvärmealternativen i Linköping och Göteborg för emissioner av växthusgaser och primärenergiförbrukning. Solna-Sundbyberg ligger lägre framförallt avseende emissioner av växthusgaser.



Figur 26. Redovisning av primärenergi per kvadratmeter samt kg CO₂ekv per kvadratmeter och år för flerbostadshuset för olika kyl- och uppvärmningsalternativ. Värmepumpen har här en antagen års värmefaktor på 2.5 och kylmaskinen en säsongs kylfaktor på 4. Figurförklaring; svart triangel = kg CO₂e/m²/år, röd stapel = primärenergiförbrukning uppvärmning och tappvarmvatten, blå stapel = primärenergiförbrukning kyla, grå stapel = primärenergiförbrukning för drift- och hushållsel, blått streck = total slutlig energianvändning.



Figur 27. Redovisning av primärenergi per kvadratmeter samt kg CO_{2ekv} per kvadratmeter och år för kontoret för olika kyl- och uppvärmningsalternativ. Värmepumpen har här en antagen års värmefaktor på 3.5 och kylmaskinen en säsongs kylfaktor på 5.5.
Figurförklaring; svart triangel = kg CO_{2e}/m²/år, röd stapel = primärenergiförbrukning uppvärmning och tappvarmvatten, blå stapel = primärenergiförbrukning kyla, grå stapel = primärenergiförbrukning för drift- och verksamhetsel, blått streck = total slutlig energianvändning.

Resultatet ur ett bokföringsperspektiv talar för Bra Miljöval el i samtliga fall oavsett vilken av de två parametrarna som studeras. Att ett litet enskilt val som inte kräver någon speciell stor uppoffring vad gäller investeringar i energieffektivisering eller i förnybar energi ska få ett så avgörande genomslag bör ifrågasättas, läs mer i (Gode et al, 2009). Risken är att fokus försvinner från energieffektiviseringsåtgärder. Ett annat problem är att ”bokföringsvärden” riskerar att användas för att motivera beslut om nybyggnation av byggnader som står kanske i 100 år eller mer och där energisystemets miljöprestanda under större delen av tiden kommer skilja sig markant mot det som används då beslutet tas om en utbyggnad. Den viktigaste faktorn bör vara att se till att byggnaderna har bästa möjliga energiprestanda. Detta eftersom hushållning

av alla typer av primärenergiresurser, inklusive förnybar, kommer vara allt viktigare i framtiden och då går det inte att motivera dålig energiprestanda med små obetydliga val gällande ursprunget av el, värme och kyla.

6 DISKUSSION

Resultaten från genomförda beräkningar visar ingen entydig gemensam trend för de olika miljöklassningssystemen, även om delresultat delvis pekar åt samma håll. Detta beror på att systemen lägger olika stor vikt vid olika *indikatorer* vilket gör att resultaten skiljer sig åt. BREEAM och LEED ger flest poäng inom energieffektivitet medan Miljöbyggnad har en jämn viktfordelning mellan fyra indikatorer.

Rapportförfattarna vill poängtera att trots eventuella brister i klassningssystemens beräkningssätt av energianvändningens miljöpåverkan, är arbetet med att miljöklassa byggnader en mycket viktig del av arbetet mot ett mer energieffektivt byggnadsbestånd.

6.1.1 Energi endast en del av de ingående parametrarna som klassas

Området energi utgör i de undersökta miljöklassningssystemen endast cirka en tredjedel av de totala poäng som systemen omfattar och för flerbostadshus utgör uppvärmningen endast en tredjedel av tillförd energi. Detta medför att val av uppvärmningssystem inte ger markanta skillnader i den totala bedömningen av området energi. Miljöbyggnad (för indikator *Andel av energislag*) och LEED räknar på hela energianvändningen inklusive verksamhets- eller hushållsel vilket gör betydelsen av fjärrvärmens bränslemix relativt liten när det kommer till att klassa miljöprestandan.

6.1.2 Val av ursprung på el viktig

Ursprung och miljöklass på elen spelar en avgörande roll framförallt för kontoret där elanvändningen utgör en stor andel av den totala energianvändningen. En viktig fråga i sammanhanget är dock om val av hushållsel verkligen ska ingå i beräkningarna då det är svårt att veta vilka val som de boende själva gör.

6.1.3 Ej teknikneutrala BBR-regler

Det minimikrav som finns för eluppvärmda respektive icke eluppvärmda byggnader vad gäller köpt energi får en avgörande betydelse för resultatet. Framförallt gäller det för kontoret som klassas enligt BREEAM. Att hänvisa till BBR är i sig inte så konstigt att göra utan det som gör det hela problematiskt är just hur systemgränserna ser ut för beräkning av energianvändningen, se kapitel 2.2. Som det ser ut idag slår det mycket hårt mot enskilda energitekniker, t.ex. fjärrvärme med industriell spillvärme, som ur energi- och miljösynpunkt kan vara minst lika bra som de som genererar höga betyg enligt resultaten i detta projekt.

6.1.4 Betydelsen av Bra Miljöval värme och kyla

Både inom Miljöbyggnad och BREEAM ger fallstudierna i Solna-Sundbybergs fjärrvärme- och fjärrkylanät något högre betyg i någon av kombinationer jämfört med de övriga fallstudierna med fjärrvärme och fjärrkyla. En viktig koppling mellan det högre betyget och Bra Miljöval värmes kriterier är att dessa föreskriver att elenergin ska vara Bra Miljöval märkt eller uppfylla liknande kriterier (Naturskyddsföreningen, 2013). Hade elenergin till fjärrvärmerna och fjärrkylan klassats som nordisk elmix i Solna-Sundbyberg hade betyget blivit betydligt sämre. En fråga som går att diskutera är huruvida det går att tolka manualen i BREEAM som att all elenergi till fjärrvärme ska klassas som nordisk elmix om man inte själv bygger ut egen elproduktion, så som fallet är för direkt elenergianvändning i byggnaden. Denna fråga är därmed minst lika viktig som att fjärrvärmerna är märkt med Bra Miljöval. Inom Miljöbyggnad är det tydligare att man kan använda ursprungsspecifik elenergi. Inom detta projekt har vi valt att använda ursprungsmärkt el inom samtliga system som indata i fjärrvärmerna och fjärrkylan.

Bra Miljöval värmeenergi och kyla går även att utfärda för en delmängd av fjärrvärmerna eller fjärrkylan. Hela fjärrvärme- och fjärrkylanätet är dock märkt som Bra Miljöval i Solna-Sundbyberg. Eftersom det i BREEAM och LEED inte tillåts att beräkna koldioxid på en delmängd av fjärrvärmerna hade det kunnat bli svårt att nå lika bra betyg i sådant fall. Inom Miljöbyggnad det inte spelat någon roll eftersom det är tillåtet med betyg för en delmängd av fjärrvärmerna.

6.2 Miljöbyggnad

För Miljöbyggnad kan man inte se någon tydlig trend för att valet av uppvärmnings-system och kylsystem skulle spela någon roll för slutresultatet. Indikatorn för värme-effektbehov talar för fjärrvärme medan årlig energianvändning talar för värmepump. Tröskeffekter i Miljöbyggnad gör att resultatet spretar.

Resultatet visar att den stora påverkan som val av Bra Miljöval el har inom indikator 4 *Andel av energislag*, till stora delar slår igenom för flerbostadshuset. Speciellt ses detta då solvärmelasten ansätts till betyget guld. Fjärrvärmerna och fjärrkylan i Solna-Sundbyberg (Bra Miljöval) är det enda alternativ som ger bättre än brons då nordisk residualmix används. Detta beror dock på att värmen från omgivning som tillförs fjärrvärmerna har klassat miljökategori 1, fritt flödande. En diskussion förs vidare i avsnitt 6.2.3

Det högre betyget för eluppvärmda hus inom indikator 1 Årlig energianvändning vägs ned av ett lägre betyg inom indikator 2 *Värmeeffektbehov* vilket gör att det fördelaktiga valet med att använda köpt energi inte ger någon större fördel för det eluppvärmda flerbostadshuset.

Bra Miljöval el får ett större genomslag inom indikator 4 *Andel av energislag* för kontoret. Detta eftersom som kontoret totalt sett har en högre andel driftsel och verksamhetsel och en lägre andel fjärrvärme av den totala energianvändningen jämfört med flerbostadshuset.

För kontoret som klassas som eluppvärmt får ett ännu högre betyg inom indikator 1 *Årlig energianvändning*, på grund av kopplingen till Boverkets definition av *specifik energiprestanda*. Då detta hus är placerat i Göteborg samvekar betyget för indikator 2 till ett totalt sett högre betyg jämfört med övriga.

Den enhetliga nationella skalan för värmeeffektbehovet en avgörande betydelse då det eluppvärmda kontoret i detta fall är placerat i Linköping eller Solna. Den förväntade lägsta medeldygnstemperaturen är något lägre i dessa orter⁴³ vilket gör att kontoret inte får något betyg i detta fall. Visserligen är det en slump att tröskel-effekten uppstod just mellan dessa orter och för just denna byggnad men det avslöjar en svaghet i systemet för hur betyget för värmeeffektbehovet sätts. Genomslaget blir att det fjärrvärmda huset i Göteborg får det högsta betyget⁴⁴ tillsammans med kontoret som har värmepump med Bra Miljöval el.

6.2.1 Val av specifika schabloner för andel fossilt i avfall och spillvärme

För flerbostadshuset som köper Bra Miljöval el framgår att schabloner för avfall och spillvärme inom indikator 4 *Andel av energislag* påverkar slutresultatet. Flerbostads-huset med fjärrvärme/fjärrkyla i Linköping och Göteborg får högre betyg då avfallet klassas som 36 % fossilt istället för 45 % samt att den industriella spillvärmens i Göteborg klassas som 100 % ”fritt flödande”.

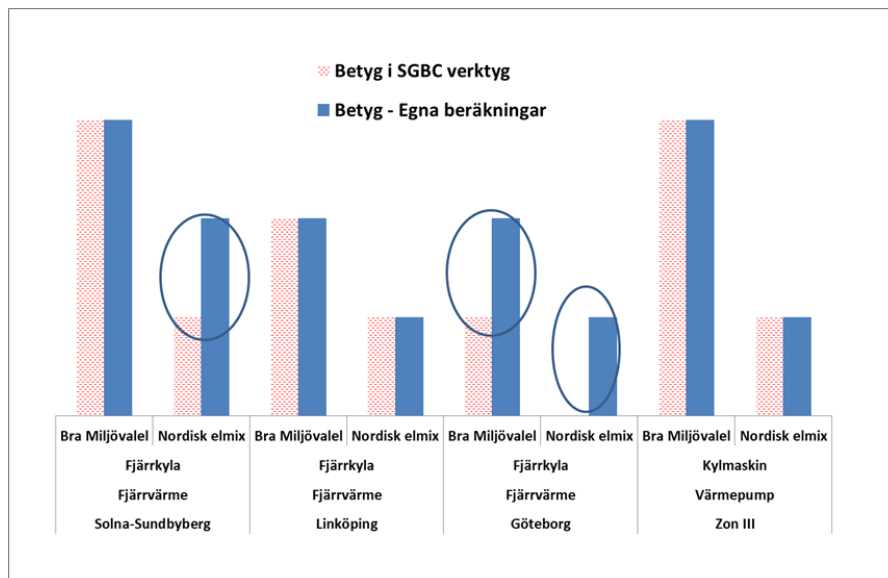
För kontoret är andel fjärrvärme för liten för att valet ska spela någon roll.

6.2.2 Skillnad i resultat då generella värden från SGBC-verktyget används

Inom indikator 4 ”Val av energislag” finns färdigberäknade värden för respektive fjärrvärmenät. Dessa bygger på statistik från år 2010 och använder de generella schabloner för avfall och industriell spillvärme som diskuterats tidigare. Då dessa används istället för de beräkningar som bygger på 2012 års bränslestatistik och med de mer specifika värdena uppstår skillnader för tre av kombinationerna för flerbostads-huset, vilka samtliga får ett sämre betyg med verktyget. Det är båda fjärrvärmekombi-nationerna för Göteborg samt Solna-Sundbyberg med nordisk elmix. För Göteborgs uppstår en tröskeleffekt på totalbetyget inom energiområdet där betyget sänks från silver till brons för någon av kombinationerna beroende på vilket betyg för solvärmelast som väljs.

⁴³ beräknat av SMHI enligt SS-EN ISO 15927-5 för perioden 1978/79–2007/08

⁴⁴ Detta gäller då indikator 3 ”solvärmelast” är silver eller guld.



Figur 28. Jämförelse av resultatet för indikator 4 för flerbostadshuset mellan de betyg som ges av det verktyg som finns på SGBC hemsida (röd streckad) och de som beräknats inom ramen för denna rapport (blått).

6.2.3 Förändrat sätt att beräkna energislag för värmepumpar

I beräkningarna har det antagits att värme från omgivningen skulle klassas som miljökategori 1 d.v.s. fritt flödande energi. I verktyget klassas endast elenergis ursprung (köpt energi) enligt den senast uppdaterade versionen. Det spelar med andra ord ingen roll vilken prestanda som värmepumpen har eftersom fördelningen endast ges av elens ursprung och exempelvis alltid blir 55 % på klass 1 och 45 % på klass 4 (fossil energi) för en värmepump med nordisk elmix. För resultatet i rapporten för den enskilda värmepumpen och kylmaskinen visade det sig inte spela någon roll eftersom betyget blev det samma för alla kombinationer med justeringen. Tillvägagångssättet känns inte konsekvent eftersom all köpt energi inte blir klassad då fjärrvärmens betygsätts och rimligtvis borde en effektiv värmepump ”belönas” med att en större andel av värmen kommer från omgivningen än från elektrisk energi. För värmepumpar i fjärrvärmesätet är det lite mer förvirrande vad som egentligen ingår eftersom det för data för år 2008 i Excelverktyget för *Energislag* ingår värme från värmepumpar som Miljökategori 1 med det för år 2010 inte gör det.

6.3 BREEAM

Inom BREEAM, och då speciellt för kontoret, ger det en enorm fördel att installera värmepumpsystem framför att ansluta sig till fjärrvärme. Detta beror på att BREEAM relaterar till BBR för hur energianvändningen beräknas. Värme och kyla som kommer från berg/mark/vatten och luft och som tillförs bygganden genom en värmepump i byggnaden behöver inte inräknas i byggnadens energianvändning. För ett fjärrvärmenät med värmepump kommer dock denna värme/kyla att belasta byggnadens energianvändning. Detsamma gäller exempelvis solvärme.

För kontoret som har en högre andel *fastighetsel* ”betalar” det sig även för ett hus med fjärrvärme att investera i egen vindkraft för att tillgodoräkna sig poäng inom *Koldioxidsnål energiteknik*, Ene 5, medan det för flerbostadshuset inte gör det. Endast fjärrvärmealternativet i Solna-Sundbyberg får några poäng i detta fall. För kontoret ger dock de extra poäng som samlats ihop för fjärrvärmebyggnaderna med egen vindkraft lite för det totala resultatet där det är över 7 poängs skillnad inom Ene 1 *Energieffektivitet*.

6.3.1 Ene 1

Den stora skillnaden i antal poäng mellan kontoret med fjärrvärme/fjärrkyla och det med värmepump/kylmaskin åskådliggörs i Figur 29. Där ses kontorets⁴⁵ specifika energiprestanda enligt BBR i den liggande stapeln med de respektive delarna i energianvändningen (blått = komfortkyla, rött = uppvärmning och tappvarmvatten (tvv), grått = driftsel). De orangestreckade linjerna visar hur många poäng som uppnås (y) då specifika energiprestandan (x) ändras för det icke eluppvärmda kontoret med det tillägg som gjorts för ventilation. Den blåstreckade linjen illustrerar samma sak fast för det eluppvärmda kontoret med värmepump och kylmaskin. Skillnaderna mellan ett eluppvärmt hus växer då energiprestandan närmar sig maxvärdet och blir 7 poäng för det aktuella fallet. Som mest uppgår den till 10 poäng. Större energieffektiveringsåtgärder för kontor med värmepump blir ur detta perspektiv inte lika motiverade att genomföra. Figuren visar också att de stora poängskillnaderna som finns mellan eluppvärmda och icke eluppvärmda byggnader inte hade varit lika stora om kontorets energibehov hade varit lägre, runt 50 kWh/m² är skillnaden exempelvis endast 2 poäng.

⁴⁵ Som energiprestanda som använts i fallstudierna

6.4 LEED

Varken val av uppvärmningssystem eller val av energikällor påverkar resultatet i de exempelberäkningar som i studien gjorts enligt LEED. Detta beror på att de referensbyggnader som används för de båda typhusen har så hög energianvändning att maximal poäng uppnås oavsett övriga val.

7 SLUTSATSER

Det går inte att se någon gemensam trend för slutresultaten inom de olika Miljöklassningssystemen. LEED ger maxresultat för samtliga alternativ, BREEAM ger favör åt värmepumpsalternativen medan Miljöbyggnad ger vissa fall fördel fjärrvärme och vissa fall fördel för värmepump.

- Generellt spelar val av ursprung på el större roll för resultatet än vilken typ av uppvärmningssystem om används. Eftersom elanvändningen för drift och verksamhet/hushåll utgör ungefär hälften av energianvändning spelar elens ursprung större roll än fjärrvärmens. Den höga andel elanvändning i förhållande till den totala energianvändningen för både kontoret och flerbostadshuset, oavsett om byggnaderna har fjärrvärme eller ej, gör att fjärrvärmens bränslemix är av underordnad betydelse för det totala betyget inom energiområdet. Att välja Bra Miljöval el (eller annan förnybar ursprungsmärkt förnybar el) är den enskilt viktigaste faktorn för resultatet av koldioxid- och primärenergiberäkningarna ur ett bokföringsperspektiv.
- De avgörande skillnaderna mellan en byggnad med fjärrvärme och en med värmepump uppkommer vid poängsättning för *energieffektivitet/energianvändning* och inte vid poängsättning av energianvändningens miljöprestanda. Byggnaden med värmepump och kylmaskin får högst betyg i samtliga fall där energieffektivitet/ energianvändning är en separat indikator inom BREEAM och Miljöbyggnad.
- Flerbostadshuset med fjärrvärme och fjärrkyla har generellt lägre primärenergiförbrukning för uppvärmningen och kylan än värmepumpsalternativet men detta utgör ingen större skillnad då all primärenergiförbrukning för byggnaden summeras eftersom elanvändning inom verksamheten eller hushåll står för en så mycket större andel av totala primärenergibehovet.

7.1 Miljöbyggnad

För Miljöbyggnad spelar resultatet inom indikatorn *val av energislag* inte så stor roll för totalbetyget inom energiområdet då det är fyra indikatorer som viktas ihop.

Totalt sett ger val av uppvärmningssystem och kylningssystem ingen större skillnad för flerbostadshuset. Inte heller skillnaderna i hur en eluppvärmd respektive icke eluppvärmd byggnad klassas inom BBR ger några större skillnader då poängberäkningar för effektbehovet väger upp ej eluppvärmda byggnader för den missgynnade beräkningen av energianvändningen

7.2 BREEAM

Val av uppvärmningssystem, oavsett val av energislag, blir avgörande för kontorets resultat inom BREEAM och spelar även en liten roll för flerbostadshuset. 25 procent av poängen inom energiområdet avgörs i valet av El respektive Ej eluppvärmd byggnad.

Systemgränser för hur energiprestanda mäts inom Boverkets byggregler har en avgörande betydelse för det totala resultatet inom energiområdet, framförallt för kontoret där skillnaden mellan identiska byggnader men med olika uppvärmningssystem svarar för över 25 % av de totala poängen som kan ges inom energiområdet. Val av energislag samt emissioner av CO₂, blir på grund av det av mindre betydelse för slutresultatet inom energiområdet. En konsekvens av detta blir att det lättaste sättet att generera många poäng är att installera en värmepump/kylmaskin så att byggnaden klassas som eluppvärmd medan mindre krut kan läggas på energi-effektivisering eller utbyggnad av energi eller tillvaratagande av restenergier.

7.3 LEED

Den låga energiprestandan för det referenshus som används innebär att de resultat som tas fram inom denna studie inte visar på några skillnader mellan olika byggnader och uppvärmningssystem.

8 ORDLISTA

Byggnadstekniska termer är till stor del hämtade från Sveby-programmets ordlista (SVEBY, 2009)

A_{temp}	Arean av samtliga våningsplan för temperaturreglerade utrymmen, avsedda att värmas till mer än 10 °C, som begränsas av klimatskärmens insida. Area som upptas av innerväggar, öppningar för trappa, schakt och dylikt, inräknas. Area för garage, in-om byggnaden i bostadshus eller annan lokalbyggnad än garage, inräknas inte.
BBR	Boverkets föreskrifter och allmänna råd till följande lagar och förordningar (huvudförfattningarna) PBL(Plan och bygglagen), PBF, BVL(Byggnadsverkslagen).och BVF.BBR preciserar kraven i huvudförfattningarna vid nybyggnad (uppförande) och tillbyggnad (då byggnadens volym ökar).
BREEAM	BREEAM är ett miljöklassningssystem utvecklat i Storbritannien under 1990-talet. BREEAM är en akronym för BRE Environmental Assessment Method. Sweden Green Building Council är ansvarig för att ta fram en anpassning av BREEAM till svenska förhållanden. BRE står för Building Research Establishment
Byggnadens specifika energianvändning/alt byggnadens energiprestandakrav	Byggnadens energianvändning fördelat på A_{temp} uttryckt i kWh/m ² och år. Hushållsenergi inräknas inte. Inte heller verksamhetsenergi som används utöver byggnadens grundläggande verksamhetsanpassade krav på värme, varmvatten och ventilation
Byggnadens tidskonstant	Byggnadens tidskonstant, τ , mäts i timmar (h). Den beskriver hur pass väl byggnaden kan klara en kortvarig svacka i utemperaturen utan att det märks för mycket på inomhustemperaturen. En tung och värmetrög byggnad har normalt högre tidskonstant
DVUT, Dimensionerande vinterutetemperatur	Lägsta dygnsmedel-utetemperatur som normalt inträffar under ett år.
Fastighetsel/ byggnadens driftel	Den del av fastighetselen som är relaterad till byggnadens behov där den elanvändande apparaten finns inom, under eller anbringad på utsidan av byggnaden. I denna ingår fast belysning i allmänna utrymmen och driftsutrymmen. Dessutom ingår energi som används i värmekablar, pumpar, fläktar, motorer, styr- och övervakningsutrustning och dylikt. Även externt lokalt placerad apparat som försörjer byggnaden, exempelvis pumpar och fläktar för fri
Hushållsel	Den el eller annan energi som används för hushållsändamål. Exempel på detta är elanvändningen för diskmaskin, tvättmaskin, torkapparat (även i gemensam tvättstuga), spis, kyl, frys, och andra hushållsmaskiner samt belysning, datorer, TV och annan hemelektronik och dylikt
Indikator(som term inom miljöklassningssystemen)	I de respektive miljöklassningssystem har den parameter som bedöms på lägsta nivån, innan någon typ av viktning av betyget görs, valts att i enlighet med

	Miljöbyggnad kallas för indikator. Varje indikator bedöms först varefter de olika indikatorerna inom respektive aspekt viktas/summeras samman till ett betyg för aspekten
Klimatzon III (enligt BBR)	Västra Götalands, Jönköpings, Kronobergs, Kalmar, Östergötlands, Södermanlands, Örebro, Västmanlands, Stockholms, Uppsala, Skåne, Hallands, Blekinge och Gotlands län.
Komfort kyla	En installation med syfte att sänka innetemperaturen i en byggnads utrymmen till viss avsedd nivå för människors komfort. Installationen innehåller eller hämtar kylenergi från kylmaskin, fjärrkyla eller frikyla
Område (som term inom miljöklassningssystemen)	Inom miljöklassningssystem summeras/viktas indikatorer samman till ett betyg inom ett delområde. Inom miljöbyggnad sker det vi ett mellan steg som kallas för aspekt. I Miljöbyggnad och svenska utkastet på BREEM kallas delområdet som berör energi för "Energi" och i LEED kallas det för "Energy and atmosphere", EA
Lågkoldioxid fjärrvärme och fjärrkyla (som term inom BREEAM-SE)	Om CO ₂ -utsläppen från ett lokalt fjärrvärmenät kan visas lika eller bättre än en värmepump ansluten till det nordiska elnätet och med en årsvärmefaktor på 2.5 betraktas fjärrvärmen som "lågkoldioxid" och kan därmed bidra till att minska CO ₂ -utsläppen i denna indikator. Om CO ₂ -utsläppen från lokal fjärrkyla kan visas vara lika eller bättre än en kylmaskin ansluten till det nordiska elnätet med en säsongskylfaktor på 4 betraktas den som "lågkoldioxid" och kan därmed bidra till att minska CO ₂ -utsläppen i denna indikator
SBGC	Sweden Green Building Council (SGBC). SGBC grundades 2009 av tretton svenska företag och organisationer: Akademiska hus, DTZ, Fastighetsägarna Sverige, Husvärden, IVL Svenska Miljöinstitutet, NCC, Malmö Stad, SEB, Skanska, Stockholm Stad, Sweco, Vasakronan och White. SGBC jobbar med utveckling av de gemensamma certifieringssystemen och mot svenska behov och värderingar. SGBC är i sin tur medlem i paraplyorganisationen World Green Buildings Council, World GBC där även exempelvis USGBC ingår som administrerar LEED
USGBC	Se SGBC
Verksamhetsel	Den el eller annan energi som används för verksamheten i lokaler. Exempel på detta är processenergi, belysning, datorer, kopiatorer, TV, kyl-/frysdiskar, maskiner samt andra apparater för verksamheten samt spis, kyl, frys, diskmaskin, tvättmaskin, torkapparat, andra hushållsmaskiner och dylikt

9 REFERENSER

- Avfall Sverige Utveckling. "Bestämning av andel fossilt kol i avfall som förbränns i Sverige". RA PPORT U2012:02, ISSN 1103-4092, 2012
- BRE Global ltd & SGBC, "BREEAM-SE ver. 1.0". BREEAM-SE öppen remiss 130105, SD 5066A: ISSUE 1.1, 2013
- Boverket, – "Boverkets föreskrifter om ändring i verkets byggregler (2011:6) – föreskrifter och allmänna råd, 10 oktober 2011", 2011 BOVERKETS FÖRFATTNINGSSAMLING, BFS 2011:26. BBR 19
- Ekvall T, Tillman A-M, Molander S. (2005). "Normative ethics and methodology for life cycle assessment". J. Cleaner Prod. 13(13-14):1225-1234
- Energimyndigheten, "Energiläget i siffror 2012" – Excelversionen, 2012
- Gode, J., Byman, K., Persson, A., Trygg, L., (2009), "Miljövärdering av el ur ett systemperspektiv", IVL Svenska Miljöinstitutet, Rapport B1882, December 2009
- Gode J, Fredrik Martinsson, Linus Hagberg, Andreas Öman, Jonas Höglund, David Palm. Miljöfaktabok 2011 – "Uppskattade emissionsfaktorer för bränslen, el, värme och transporter". Värmeforskrapport. Stockholm
- Gode J, Ekvall T, Martinsson F, Särnholm E, Green J. "Primärenergi i avfall och restvärme – metodfrågor". Fjärrsynrapport 2012:5, 2012
- Göteborg Energi AB, "Miljövärden för fjärrkyla 2012 Göteborg, Partille och Ale", Preliminär 203-01-31, 2013
- Holm, J, Energiingenjör, Tekniska Verken Linköping, Personlig kommunikation, feb 2013.
- Mundt, K, Norrenergi AB, Personlig kommunikation, feb 2013
- Naturskyddsföreningen. "Bra Miljöval. Värmeenergi Kriterier 2013:1", 2013.
<http://www.naturskyddsforeningen.se/sites/default/files/dokument-media/bra-miljoval/bmv-varme-kriterier.pdf>
- SGBC(a), Miljöbyggnad, "Bedömningskriterier för nyproducerade byggnader - manual 2.1 utgåva 120101", 2012
- SGBC(b), <http://www.sgbc.se/certifieringssystem/leed>, "Treatment of Scandinavian District Energy Systems in LEED Energy Models for LEED EA credit 1 Version 1.0 (2012)", Manual för svenskanpassning i LEED, 2012
- SBGC(c), <http://www.sgbc.se/certifieringssystem/miljobyggnad> - Excelverktyg och manualer för Miljöbyggnad, feb 2013
- SCB(a), "Bostads- och byggnadsstatistisk årsbok", 2012
- SCB(b), "Statistiska meddelanden, BO 14 SM 1301", 2012

- SVEBY, "Byggnaders energianvändning – Ordlista", <http://www.sveby.org/wp-content/uploads/2011/06/Ordlista.pdf>, Svebyprogrammet
Projektrapport 2009-04-07, 2009
- SVEBY, "Brukarindata för energiberäkningar i kontor – vägledning",
Svebyprogrammet, Projektrapport 2010-04-27, 2010
- Svensk Fjärrvärme, 2012. "Lokala Miljövärden Fjärrvärme 2011, 121218.xls", 2012
- USGBC, "LEED 2009 for New Construction and Major Renovations Rating System",
Member Approved November 2008 (Updated October 2010), 2010
- Warfvinge, C, SGBCs tekniska kommitté, Personlig kommunikation, mars 2013
- Värmemarknadskommittén, "Överenskommelse i värmemarknadskommittén 2012 om
synen på bokförda miljövärden för fastigheter uppvärmda med fjärrvärme,
justerad i januari 2013 med värden för 2012", 2013

BILAGA 1 – KÄNSLIGHETSANALYSER- MILJÖBYGGNAD

Tabell B1. Här visas resultatet då solvärmelasten har valts till betyget ”brons” för flerbostadshuset. Betyget för värmepumplösningen blir inte bättre i något fall än de för fjärrvärme som uppvärmning. Solna-Sundbyberg med bra miljöval värme och kyla får silver även med nordisk elmix.

Flerbostadshus														
ORT	Solna-Sundbyberg		Linköping		Linköping, 36 %		Göteborg		Göteborg, egna shablon		Solna och Linköping		Göteborg	
Uppvärmning	Fjärrvärme		Fjärrvärme		Fjärrvärme		Fjärrvärme		Fjärrvärme		Värmepump		Värmepump	
Kyla	Fjärrkyla		Fjärrkyla		Fjärrkyla		Fjärrkyla		Fjärrkyla		Kylmaskin		Kylmaskin	
Bra Miljöval el	ramiljöval	ordisk elmi	ramiljöval	ordisk elmi	ramiljöval	ordisk elmi	ramiljöval	ordisk elmi	ramiljöval	ordisk elmi	ramiljöval	ordisk elmi	ramiljöval	ordisk elmi
1 Energianvändning	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	GULD	GULD	GULD	GULD
2 Värmeeffektbehov	GULD	GULD	GULD	GULD	GULD	GULD	GULD	GULD	GULD	GULD	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER
3 Solvärmelast	BRONS	BRONS	BRONS	BRONS	BRONS	BRONS	BRONS	BRONS	BRONS	BRONS	BRONS	BRONS	BRONS	BRONS
4 Andel av energislag	GULD	SILVER	SILVER	BRONS	GULD	BRONS	SILVER	BRONS	GULD	BRONS	GULD	BRONS	GULD	BRONS
Energianvändning	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	GULD	GULD	GULD	GULD
Effektbehov	BRONS	BRONS	BRONS	BRONS	BRONS	BRONS	BRONS	BRONS	BRONS	BRONS	BRONS	BRONS	BRONS	BRONS
Energislag	GULD	SILVER	SILVER	BRONS	GULD	BRONS	SILVER	BRONS	GULD	BRONS	GULD	BRONS	GULD	BRONS
Energi - Totalt	SILVER	SILVER	SILVER	BRONS	SILVER	BRONS	SILVER	BRONS	SILVER	BRONS	SILVER	BRONS	SILVER	BRONS

Tabell B2. Här visas resultatet då solvärmelasten har valts till betyget ”silver” för flerbostadshuset. Betyget för värmepumplösningen blir inte bättre i något fall än de för fjärrvärme som uppvärmning. Solna-Sundbyberg med bra miljöval värme och kyla får silver även med nordisk elmix.

Flerbostadshus														
ORT	Solna-Sundbyberg		Linköping		Linköping, 36 %		Göteborg		Göteborg, egna shabloner		Solna och Linköping		Göteborg	
Uppvärmning	Fjärrvärme		Fjärrvärme		Fjärrvärme		Fjärrvärme		Fjärrvärme		Värmepump		Värmepump	
Kyla	Fjärrkyla		Fjärrkyla		Fjärrkyla		Fjärrkyla		Fjärrkyla		Kylmaskin		Kylmaskin	
Bra Miljöval el	ramiljöval	ordisk elmix	ramiljöval	ordisk elmix	ramiljöval	ordisk elmix	ramiljöval	ordisk elmix	ramiljöval	ordisk elmix	ramiljöval	ordisk elmix	ramiljöval	ordisk elmix
1 Energianvändning	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	GULD	GULD	GULD	GULD
2 Värmeeffektbehov	GULD	GULD	GULD	GULD	GULD	GULD	GULD	GULD	GULD	GULD	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER
3 Solvärmelast	GULD	GULD	GULD	GULD	GULD	GULD	GULD	GULD	GULD	GULD	GULD	GULD	GULD	GULD
4 Andel av energislag	GULD	SILVER	SILVER	BRONS	GULD	BRONS	SILVER	BRONS	GULD	BRONS	GULD	BRONS	GULD	BRONS
Energianvändning	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	GULD	GULD	GULD	GULD
Effektbehov	GULD	GULD	GULD	GULD	GULD	GULD	GULD	GULD	GULD	GULD	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER
Energislag	GULD	SILVER	SILVER	BRONS	GULD	BRONS	SILVER	BRONS	GULD	BRONS	GULD	BRONS	GULD	BRONS
Energi - Totalt	GULD	SILVER	SILVER	SILVER	GULD	SILVER	SILVER	SILVER	GULD	SILVER	GULD	SILVER	GULD	SILVER

Tabell B3. Här visas resultatet då solvärmelasten har valts till betyget ”silver” för flerbostadshuset. Betyget för värmepumplösningen blir inte bättre i något fall än de för fjärrvärme som uppvärmning. Solna-Sundbyberg med bra miljöval värme och kyla får silver även med nordisk elmix.

Flerbostadshus														
ORT	Solna-Sundbyberg		Linköping		Linköping, 36 %		Göteborg		Göteborg, egna shablon		Solna och Linköping		Göteborg	
Uppvärmning	Fjärrvärme		Fjärrvärme		Fjärrvärme		Fjärrvärme		Fjärrvärme		Värmepump		Värmepump	
Kyla	Fjärrkyla		Fjärrkyla		Fjärrkyla		Fjärrkyla		Fjärrkyla		Kylmaskin		Kylmaskin	
Bra Miljöval el	ramiljöval	ordisk elmi	ramiljöval	ordisk elmi	ramiljöval	ordisk elmi	ramiljöval	ordisk elmi	ramiljöval	ordisk elmi	ramiljöval	ordisk elmi	ramiljöval	ordisk elmi
1 Energianvändning	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	GULD	GULD	GULD	GULD
2 Värmeeffektbehov	GULD	GULD	GULD	GULD	GULD	GULD	GULD	GULD	GULD	GULD	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER
3 Solvärmelast	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER
4 Andel av energislag	GULD	SILVER	SILVER	BRONS	GULD	BRONS	SILVER	BRONS	GULD	BRONS	GULD	BRONS	GULD	BRONS
Energianvändning	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	GULD	GULD	GULD	GULD
Effektbehov	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER
Energislag	GULD	SILVER	SILVER	BRONS	GULD	BRONS	SILVER	BRONS	GULD	BRONS	GULD	BRONS	GULD	BRONS
Energi - Totalt	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	SILVER	GULD	SILVER	GULD	SILVER

BILAGA 2 – PRIMÄRENERGI- OCH EMISSIONS-FAKTORER

		Direkta emissioner	Uppströms emissioner	Totalt
	PEF	g CO _{2ekv} /kWh	g CO _{2ekv} /kWh	gCO _{2ekv} /kWh
Stenkol	1.15	357	28	385
Eldningsolja 1	1.11	270	21	291
Eldningsolja 2-5	1.11	280	21	301
Naturgas	1.09	207	40	247
Övrigt Fossilt	1.11	280	21	301
Industriell spillvärme	0	0	0	0
Avfall	0.04	97	4	101
Avfalls- och restgas	0.15	0	10	10
Avfallsgas från stålindustrin	0	0	0	0
RT-flis	0.05	9	3	12
Primära trädbränslen	1.05	9	28	37
Sekundära trädbränslen	0.03	9	7	16
Pellets och briketter	0.11	6	13	19
Tallbeckolja	0.04	6	4	10
Bioolja	0.04	6	4	10
Åkergrödor	1.11			0
Torv	1.01	393	40	433
Köpt hetvatten	1.11	280	21	301
el-nordisk residual 2011	2.26			291
⁴⁶ El från vattenkraft	1.1			5.8
⁴⁶ El från vindkraft	0.05			15.2

⁴⁶ Livcykeldata från Gode m.fl. 2011

MILJÖKLASSNINGSSYSTEM FÖR FJÄRRVÄRMEUPPVÄRMDA BYGGNADER

Det blir allt vanligare med miljöklassning av byggnader och det finns idag olika system för klassning som ska leda till miljöförbättringar, bland annat effektivare energianvändning, minskad miljöpåverkan och bättre inomhusmiljö.

Här analyseras hur olika uppvärmnings- och kylsystem påverkar slutresultaten i miljö- och certifieringssystemen BREEAM, LEED och Miljöbyggnad. Tre olika fjärrvärme- och fjärrkylsystem har studerats liksom värmepump och kylmaskin.

Resultaten visar att val av miljöklassningssystem ger olika utslag. Elanvändning för drift och verksamhet eller hushåll utgör ungefär hälften av energianvändningen. Den höga andelen elanvändning i förhållande till den totala energianvändningen i en byggnad gör att fjärrvärmens bränslemix är av mindre betydelse för den totala miljöbelastningen inom energiområdet.

Resultaten har också satts i ett större sammanhang där resurseffektivitet och miljöbelastning diskuteras. Men trots brister i det sätt som man beräknar energianvändningens miljöpåverkan i de olika klassningssystemen är miljöklassning av byggnader en mycket viktig del i strävan efter ett mer energieffektivt byggnadsbestånd.