



Svenska MiljöEmissionsData

Normalårskorrigerering av fossil koldioxidemission från fastighetsuppvärmning och elproduktion 2008-2010 varav 2010 avser preliminära data

Resultatredovisning för hela perioden 1990-
2010

Christer Persson, Marina Verbova, SMHI

Helena Rehn, SCB

2011-11-28

Avtal: 309 1130

På uppdrag av Naturvårdsverket

Publicering: www.smed.se
Utgivare: Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut
Adress: 601 76 Norrköping
Startår: 2006
ISSN: 1653-8102

SMED utgör en förkortning för Svenska MiljöEmissionsData, som är ett samarbete mellan IVL, SCB, SLU och SMHI. Samarbetet inom SMED inleddes 2001 med syftet att långsiktigt samla och utveckla den svenska kompetensen inom emissionsstatistik kopplat till åtgärdsarbete inom olika områden, bland annat som ett svar på Naturvårdsverkets behov av expertstöd för Sveriges internationella rapportering avseende utsläpp till luft och vatten, avfall samt farliga ämnen. Målsättningen med SMED-samarbetet är främst att utveckla och driva nationella emissionsdatabaser, och att tillhandahålla olika tjänster relaterade till dessa för nationella, regionala och lokala myndigheter, luft- och vattenvårdsförbund, näringsliv m.fl. Mer information finns på SMEDs hemsida www.smed.se.

Innehåll

Summary	1
Sammanfattning.....	3
Bakgrund och inledning	4
Bränslestatistik	5
Bränsleförbrukning för fastighetsuppvärmning inklusive varmvatten	5
Statistik över elförsörjning och elproduktion	6
Vädrets betydelse för uppvärmningsbehovet	7
Beräkningsmetodik.....	9
Elproduktion och elvärme	9
Fjärrvärme utom elvärme	9
Uppvärmning av flerbostadshus utom el- och fjärrvärme	9
Uppvärmning av småhus utom el- och fjärrvärme	10
Uppvärmning inom service utom el- och fjärrvärme	10
Resultat och diskussion	11
Referenser.....	14
BILAGA 1	15
Förenkling av Profu:s tidigare utnyttjade metod för normalårskorrigerig av fossil CO ₂ från fjärrvärme.....	15
Förenklad metodik för normalårskorrigerig av fjärrvärmeemissionerna.....	15
Osäkerheter i den förenklade metodiken	17

Summary

In the UNFCCC Reporting Guidelines on Annual Inventories, Parties are encouraged to give information on application of adjustments as it is regarded as important information in relation to the monitoring of emission and removal trends, and the performance of national policies and measures. Information on fossil CO₂-emissions adjusted for weather and climatic conditions in Sweden was included in the Third National Communication on Climate Change in 2001, and up-dated in the Fourth and Fifth National Communication in 2005 and 2009, respectively.

The Swedish weather conditions vary a great deal from year to year. Temperature, solar radiation and wind influence the amount of energy needed to heat buildings in order to maintain normal indoor temperatures. Precipitation affects the quantity of water flowing in watercourses and hence the potential for generating electric energy using hydropower.

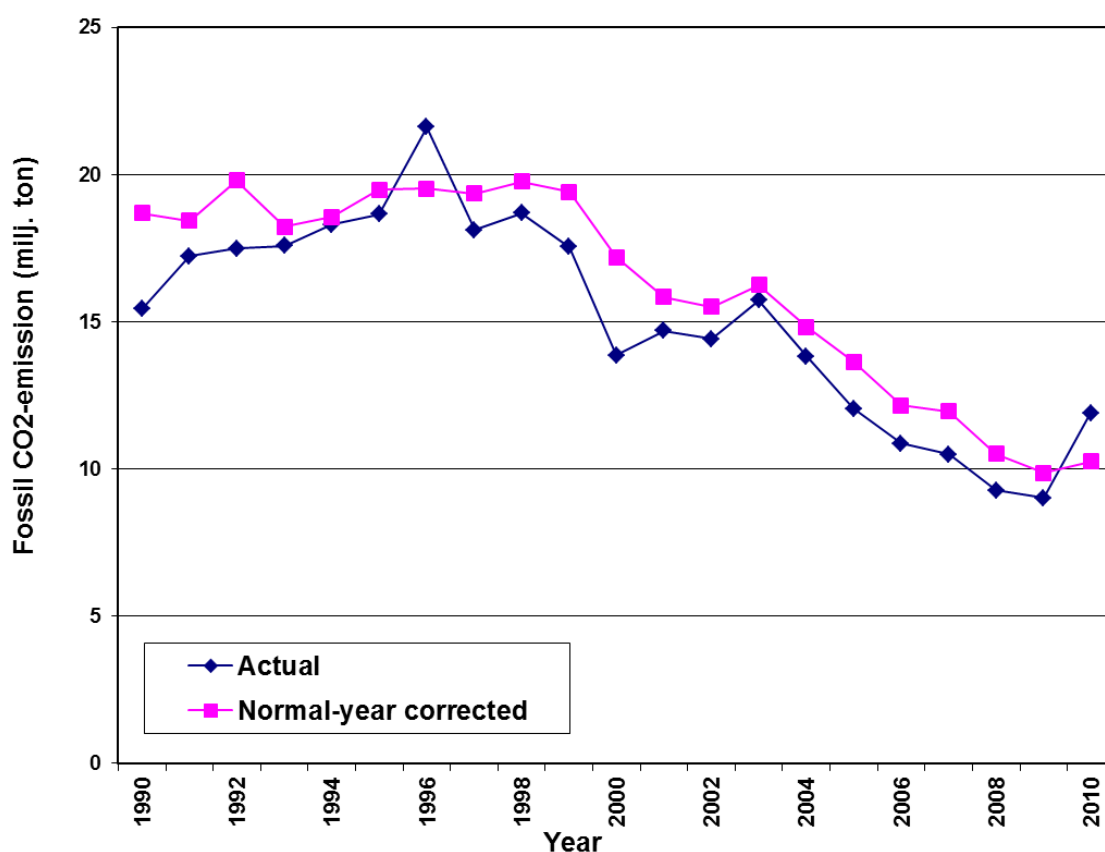


Figure 1. Actual and normal-year corrected fossil CO₂-emissions for heating of buildings and electricity production in Sweden for the years 1990-2010. For the year 2010 preliminary statistics on fossil fuel consumption is used.

Sweden has developed a normal-year correction method, which makes it possible to adjust actual fossil CO₂-emissions in Sweden for a specific year to the fossil CO₂-emissions which should have taken place in a climatic “normal” year and facilitate a comparison. Normal-year correction includes emissions from heating of buildings (but not cooling) and from electricity generation. The model used to calculate the need, depending on weather, for heating of buildings is described in more detail in reference [1] and later further elaborated in details [3]. The model for normal-year corrections of CO₂-emissions from electricity production, including hydro-power, is described in [2]. Actual and normal-year corrected fossil CO₂-

emissions caused by heating of buildings and electricity production is shown for 1990-2010 (preliminary data for fossil fuel consumption in 2010) in Figure 1. In Table 1 the normal-year corrections of fossil CO₂-emissions (1000 tons CO₂/year) in total and separated for electricity production (including electric heating) and heating of buildings (except electric heating) are shown. The correction shall be added to the actual emission to obtain the normal-year emission. The normal-year corrected total emissions of fossil CO₂ for heating of buildings and electricity production was almost constant during the period 1990-1999. Since then the emission has gradually decreased and was in 2009 about half of the levels during the period 1990-1999. In 2010, which was an exceptional year with regard to low Swedish nuclear power production combined with an unusually long and cold winter, there was a slight increase in the normal-year corrected fossil CO₂-emissions compared to in 2009.

Year	Normal-year corrections of fossil CO ₂ [1000 ton CO ₂ /year]		
	Electricity production&heating	Heating building excl el-heating	Total normal-year correction
1990	1 315	1 943	3 258
1991	449	765	1 213
1992	877	1 425	2 302
1993	149	502	652
1994	-238	496	258
1995	484	342	826
1996	-1 338	-757	-2 095
1997	560	680	1 240
1998	760	325	1 085
1999	807	1 065	1 872
2000	1 708	1 619	3 326
2001	660	487	1 147
2002	191	901	1 092
2003	-133	662	529
2004	356	642	998
2005	733	859	1 592
2006	333	965	1 298
2007	478	991	1 469
2008	339	908	1 248
2009	230	626	855
2010	-410	-1 228	-1 639

Table 1. Annual 1990-2010 (2010 preliminary data) calculated normal-year corrections of fossil CO₂-emissions (1000 ton CO₂/year). Values are given for the total correction as well as separated into heating of buildings (excluding electric heating) and electricity production (including electric heating). The correction shall be added to the actual emission to obtain the normal-year emission.

REFERENCES

- [1] Persson C. Normalårskorrigerig av Sveriges utsläpp av fossil CO₂ från uppvärmning. Summary in English. Rapportserie SMED och SMED&SLU, Nr 1. 2004
- [2] Holmberg J. & Axelsson J. Kortfattad metodbeskrivning – Normalårskorrigerig av el. SwedPower. 2006
- [3] Normalårskorrigerig av fjärrvärmebränslen. Rapport till Naturvårdsverket. Profu AB 2006.

Sammanfattning

Rapportering av normalårskorrigerade fossila koldioxidutsläpp (CO₂) utgör inget krav inom rapporteringen till UNFCCC, men de rapporterade länderna uppmuntras att genomföra en sådan rapportering. I Sverige finns starka önskemål från Miljödepartementet att genomföra denna rapportering. Genom en av SMED utvecklad metodik [1], har Sverige årligen fr.o.m. submission 2001 (1999 års utsläpp) redovisat normalårskorrigerade utsläpp för perioden 1990-”aktuellt år”. Metoden har successivt utvecklats, och omfattar en normalårskorrigerad av utsläppen av fossil koldioxid som sammanhänger dels med Sveriges totala fastighetsuppvärmning, dels med variationer i tillgången på vattenkraft. Fastighetsuppvärmningen delas upp i fem separata delar med en optimerad korrigeringsmetod för var och en av delarna: 1) elvärme, 2) fjärrvärme utom elvärme, 3) övrig_flerbostadshus (utom el- och fjärrvärme), 4) övrig_småhus (utom el- och fjärrvärme) och 5) övrig_service (utom el- och fjärrvärme). Dessa fem delar täcker tillsammans all fastighetsuppvärmning i Sverige. Samtidigt har normalårskorrigeringen av elvärmens beräkningsmässigt integrerats med normalårskorrigeringen av tillgången på vattenkraft för elproduktion.

Väderförhållandena i Sverige varierar mycket mellan åren. Temperatur, instrålning och vind påverkar hur mycket energi som krävs för att värma upp fastigheter för att hålla normal inomhustemperatur. Nederbörden påverkar hur mycket vatten som rinner i vattendragen och därmed möjligheten att producera el med vattenkraft. Med SMHIs ENLOSS-modell [3] som grund görs beräkningar över hur behovet av fastighetsuppvärmning varierar för olika delar av Sverige och mellan olika år. Energibehovet ett visst år, jämfört med en 30-årig normalperiod (1965-1995), uttrycks i form av ett s.k. EnergiIndex. Dessa beräkningar kombineras därefter med bränslestatistik för fastighetsuppvärmning och elproduktion samt emissionsfaktorer för fossil CO₂ för olika bränslen.

För samtliga år under perioden 1990 – 2009, utom 1996, har den summerade normalårskorrigerade fossila CO₂-emissionen från fastighetsuppvärmning och elproduktion varit större än den verkliga. Detta sammanhänger med att milda vintrar och nederbördsrika år dominerat under perioden, som lett till ett mindre uppvärmningsbehov, mindre behov av fossil elproduktion och därmed mindre utsläpp av koldioxid än under ett normalt år. För basåret 1990 och för år 2000 var skillnaden mellan verklig och normalårskorrigerad emission störst. Under senare år har den ökade användningen av icke-fossil energi som ”marginalbränsle” medfört att normalårskorrigeringsens betydelse – vid samma väderförutsättningar – minskat något.

Väderförhållandena under år 2010, med kalla vintermånader såväl i början som i slutet av kalenderåret, avvek markant från mönstret under den föregående 20-årsperioden. Den summerade normalårskorrigerade fossila CO₂-emissionen från fastighetsuppvärmning och elproduktion för 2010 är därför markant lägre än den verkliga.

Under perioden 1990 – 1999 var den årliga normalårskorrigerade fossila CO₂-emissionen för fastighetsuppvärmning och elproduktion ungefär konstant. Därefter och fram till 2009 finns en stadig trend mot minskande normalårskorrigerade emissioner av fossil CO₂. Detta är i huvudsak orsakat av en successivt ökad användning av icke-fossil energi, främst baserad på biobränsle. Under 2010, som var ett kraftigt avvikande år såväl vädermässigt som för kärnkraften, ökade dock den normalårskorrigerade fossila CO₂-emission något jämfört med 2009. Sammantaget har under den senaste 12-årsperioden den normalårskorrigerade fossila CO₂-emissionen från fastighetsuppvärmning och elproduktion halverats.

Bakgrund och inledning

Uppvärmning av fastigheter orsakar stora koldioxidutsläpp och har därför uppmärksammats i klimatarbetet. Väderförhållandena i Sverige varierar mycket mellan åren. Temperatur, instrålning och vind påverkar hur mycket energi som krävs för att värma upp fastigheter för att hålla normal inomhustemperatur. Nederbörden påverkar hur mycket vatten som rinner i vattendragen och därmed möjligheten att producera el med vattenkraft.

Sverige gjorde redan i samband med de två första Nationalrapporterna vissa beräkningar av hur stora koldioxidemissionerna skulle ha varit under de redovisade åren om normala väderbetingelser rått. Inför den tredje Nationalrapporten utvecklade SMHI 2001 en ny modell för normalårskorrigerings av utsläppen av fossil koldioxid (CO₂) från all fastighetsuppvärmning [1]. Något senare vidareutvecklades även metoden för beräkningar av korrigeringen av koldioxidutsläppen beroende på variationer i tillgången på vattenkraft, som i sin tur påverkar behovet av att producera el med utnyttjande av fossila bränslen. I normalårskorrigeringen ingår att beräkna vad emissionerna skulle vara ett normalt år med hänsyn till såväl uppvärmningsbehovet av fastigheter som variationer i vattenkraftproduktionen av el. SMHI:s meteorologiska data och modellberäkningar av uppvärmningsbehovet utnyttjas för detta. Beräkningarna av normalårskorrigeringen baserades fram t.o.m. 2008 års utsläppsdata på SCB:s regionala och nationella energistatistik för respektive år. För åren därefter utnyttjas även bränslestatistik producerad av Statisticon.

Vissa förfiningar i beräkningsmetodiken ingår jämfört med [1], som innebär att normalårskorrigeringen av fastighetsuppvärmningen har delats upp i fem separata delar med en optimerad korrigeringsmetod för var och en av delarna. Dessa fem delar täcker tillsammans all fastighetsuppvärmning i Sverige:

- 1) elvärme,
- 2) fjärrvärme utom elvärme,
- 3) övrig flerbostadshus (utom el- och fjärrvärme),
- 4) övrig småhus (utom el- och fjärrvärme),
- 5) övrig service (utom el- och fjärrvärme).

Samtidigt har normalårskorrigeringen av elvärmen beräkningsmässigt integrerats med normalårskorrigeringen av elproduktionen som i sin tur sammanhänger med tillgången på vattenkraft. Normalårskorrigeringen genomförs alltså i två delvis separata beräkningsrutiner:

- A. All fastighetsuppvärmning exklusive elvärme.
- B. Elproduktion och elvärme.

Bränslestatistik

Länsuppdelad bränslestatistik för fastighetsuppvärmning för vart och ett av åren 1990-2008 från SCB samt för åren 2009-2010 från både SCB och Statisticon ligger till grund för beräkningarna. För normalårskorrigeringen av elproduktionen har använts energi- och bränslestatistik från SCB samt tillrinningsdata från Svensk Energi.

Bränsleförbrukning för fastighetsuppvärmning inklusive varmvatten

Data har tagits fram enligt följande:

Fjärrvärme

Datakälla: "El-, gas- och fjärrvärmeförsörjning".

Bränsleslag: stenkol, eldningsolja 1, eldningsolja 2, eldningsolja 3-5, gasol, naturgas, deponigas, träbränsle, torv, sopor, tall- och beckolja, övrigt biobränsle, övrigt fossilt, spillvärme, elenergi till elpannor, elenergi till värmepumpar.

Hushållsel avser inte uppvärmning och ingår inte.

Flerbostadshus

För åren 2008 och tidigare står SCB som producent för statistiken över flerbostadshus. För åren 2009 och 2010 står Statisticon som producent. Skillnader mellan de båda producenterna vad gäller val av statistiska metoder kan leda till vissa tidsseriehopp.

Datakällor: "Energistatistik för flerbostadshus" samt "Regionala oljeleveranser".

Bränsleslag: diesel, eldningsolja 1, eldningsolja 2-5, el, gas, biobränsle (ved, flis, pellets), annan panncentral.

Uppgifter om el, gas, biobränsle och annan panncentral kommer från "Energistatistik för flerbostadshus". Hushållsel ingår inte i elsiffrorna. Uppgifter om diesel, eldningsolja 1 samt eldningsolja 2-5 är hämtade från statistik från "regionala oljeleveranser" då det bedöms att leveransdata från den undersökningen ger bättre kvalitet än siffror från "Energistatistik för flerbostadshus". "Regionala oljeleveranser" är en totalundersökning av leveransbolagen och "Energistatistik för flerbostadshus" är en urvalsundersökning av fastighetsägare. Data skiljer sig därmed från det som publiceras av Energimyndigheten i ES 2011:06 (tidigare EN16SM).

Småhus

För åren 2008 och tidigare står SCB som producent för statistiken över småhus. För åren 2009 och 2010 står Statisticon som producent. Skillnader mellan de båda producenterna vad gäller val av statistiska metoder kan leda till vissa tidsseriehopp.

Datakällor: "Energistatistik för småhus" samt "Regionala oljeleveranser".

Bränsleslag: diesel, eldningsolja 1, el, gas, biobränsle (ved, flis, pellets).

Uppgifter om el, gas och biobränsle tas från "Energistatistik för småhus". Uppgifter om diesel samt eldningsolja 1 är hämtade från statistik från "regionala oljeleveranser" enligt samma resonemang som under flerbostadshus. Data skiljer sig därmed från det som publiceras av Energimyndigheten i ES 2011:06 (tidigare EN16SM). Diesel och olja slås i normalårskorrigeringen samman till en kategori.

Övrig service

För åren 2008 och tidigare står SCB som producent för statistiken över lokaler. För åren 2009 och 2010 står Statisticon som producent. Skillnader mellan de båda producenterna vad gäller val av statistiska metoder kan leda till vissa tidsseriehopp.

Datakällor: "Energistatistik för lokaler", "Industrins Årliga Energianvändning", "El-, gas- och fjärrvärmeförsörjning" samt "Regionala oljeleveranser"

Bränsleslag: diesel, eldningsolja 1, eldningsolja 2-5, el, gas, biobränsle (ved, flis, pellets), annan panncentral.

Här ingår:

- Biobränsle, gas och annan panncentral: Hämtas från "Energistatistik för lokaler", (Använd energi för uppvärmning och varmvatten i lokaler enligt EN16SM. Lokalstatistiken omfattar statens och landstingets fastighetsbestånd (offentlig förvaltning, skolor och vård) samt hyreshusenheter med huvudsakligen lokaler, hotell, restauranger).
- Olja: Hämtas från "Industrins Årliga Energianvändning" och "Regionala oljeleveranser".
- Diesel: Hämtas från "Regionala oljeleveranser".
- El: Hämtas från "El-, gas- och fjärrvärmeförsörjning" och inkluderar;

Partihandel (utom motorfordon)
Detaljhandel, samt handel och service av motorfordon
Hotell- och restaurangverksamhet
Post- och telekommunikation
Bank- och försäkringsverksamhet
Fastighetsförvaltning, övrig (förutom bostadsfastigheter)
Uthyrning, databehandling och andra företagstjänster
Offentlig förvaltning
Utbildning, forskning och utveckling
Hälso- och sjukvård, sociala tjänster
Intressebevakning och personliga tjänster
Byggnads- och anläggningsverksamhet
Gatu- och vägbelysning
Vattenverk
Avfallshantering, avloppsrensning och renhållning

Det är dock endast en liten andel av den el som ingår i detta statistikuttag som utnyttjas för fastighetsuppvärmning och varmvatten. Endast den del som avser fastighetsuppvärmning och varmvatten inkluderas i underlaget till normalårskorrigeringen.

Uttagen görs med SAS (ett program för statistikuttag), som inkluderar automatisk dokumentation. Uttagen kan dessutom upprepas på exakt samma sätt.

Statistik över elförsörjning och elproduktion

Nationella data har tagits fram över Sveriges elförsörjning (med fördelning på kraftslag) och elproduktion (med fördelning på bränsletyp), samt använd elenergi för fastighetsuppvärmning och varmvatten.

Datakälla: "El-, gas- och fjärrvärmeförsörjning".

Vädrets betydelse för uppvärmningsbehovet

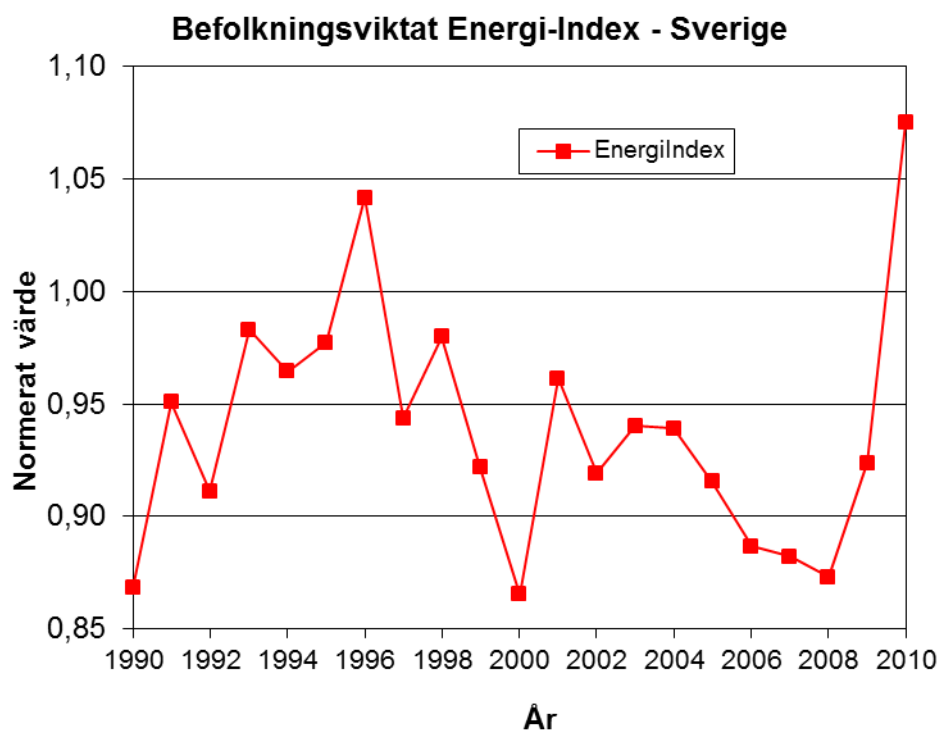
Den grundmetodik som beskrivs i [1] har utnyttjats. Det innebär att vädrets samlade betydelse för uppvärmningsbehovet av byggnader har beräknats månadsvis för mer än 250 platser i Sverige med hjälp av modellen ENLOSS, som utvecklats vid SMHI [3]. Detta är en modell som detaljerat beräknar energiåtgång för uppvärmning av byggnader med hänsyn tagen till temperatur, vind, molnighet, solhöjd och luftens grumlighet (påverkar instrålningen). ENLOSS beräknar en s.k. ekvivalent temperatur som tar hänsyn till väderparametrarna i samverkan med byggnadens läge, egenskaper och användningssätt. Med utgångspunkt från denna ekvivalenta temperatur (summerade till s.k. Ekvivalenta Graddagar) beräknas sedan ett *EnergiIndex*, som är ett mått på hur mycket energi som krävs för att värma upp en specifik byggnad till normal rumstemperatur (+21°C) i förhållande till vad som behövs för motsvarande tidsperiod under normala väderförhållanden. EnergiIndex framräknade med ENLOSS-modellen utnyttjas idag också kommersiellt i Sverige för optimering av ekonomi, funktion och komfort vad gäller fastigheters energi- och effektbehov.

Samtliga beräkningar av EnergiIndex, som ligger till grund för normalårskorrigeringen, har gjorts för en ”standardfastighet” med följande egenskaper:

- Representerar blandad bebyggelse
- Mekanisk ventilation
- Värmebehovet för varmvatten *ej* inkluderat
- Värme från belysning, personer i byggnaden, elektrisk utrustning o. dyl. har schablonmässigt räknats bort från värmebehovet
- Tidskonstant 24h för beskrivning av värmelagring i byggnaden.

Beräkningar av den geografiska fördelningen av det meteorologiskt definierade uppvärmningsbehovet (uttryckt i form av Ekvivalenta Graddagar) har gjorts månadsvis. Uppvärmningsbehovet har därefter viktats mot befolkningsfördelningen (upplösning 1x1 km) inom varje enskilt län och för hela landet. Vi antar därvid att den geografiska fördelningen av uppvärmda fastigheter är proportionell mot befolkningsfördelningen. Denna information ger i sin tur underlag för att för varje år bestämma länsspecifika såväl som nationella befolkningsviktade EnergiIndex. S.k. Kriging-teknik har utnyttjats för beräkningar av den geografiska fördelningen i ett 10 x 10 km rutnät över Sverige av EnergiIndex. Givetvis utnyttjas samma teknik för såväl samtliga år som för normalårsperioden (1965-1995).

Variationerna i årligt nationellt befolkningsviktat EnergiIndex för perioden 1990-2010 framgår av Figur 2. Värdet 1,0 motsvarar ett normalår (medelvärde för perioden 1965-1995) för Sverige vad gäller behovet av fastighetsuppvärmning. Under den aktuella 21-års perioden 1990-2010 är det bara 1996 och 2010 som haft uppvärmningsbehov större än normalt.



Figur 2. Befolkningsviktat nationellt EnergiIndex för Sverige för perioden 1990-2010.

Samma EnergiIndex (EI) har använts för elvärme, fjärrvärme och för samtliga fastighetstyper, trots att det egentligen finns skillnader mellan de olika fastighetstyperna. Detaljinformation saknas dock om dessa skillnader varför en enhetlig metod tills vidare anses vara mest robust. Vid beräkningarna av de normalårskorrigerade CO₂-emissionerna utnyttjas EnergiIndex med en schablonräkning där hänsyn tas till produktionen av varmvatten.

Beräkningsmetodik

Elproduktion och elvärme

Elproduktionen i Sverige sker framförallt med vattenkraft och kärnkraft. Mindre delar av elen produceras med konventionell värmekraft och vindkraft. Dessutom tillkommer export och import av el. Vattenkraftproduktionen varierar betydligt från ett år till ett annat beroende på variationer i tillrinningen. Ett överskott eller underskott av vattenkraftproducerad el jämfört med normalåret måste balanseras med el producerad på annat sätt. En del av denna balansering görs med konventionell värmekraft genom förbränning av fossila bränslen i Sverige. Elproduktionen styrs också av behovet av elvärme.

För normalårskorrigeringen av elproduktionen i Sverige utnyttjar SMHI en metodik [2] framtagen 2006 av dåvarande SwedPower (dotterbolag till Vattenfall) på uppdrag av Naturvårdsverket, i vilken beräkningarna utgår från avvikelser från det normala avseende tillrinning och årliga värden av ett nationellt befolkningsviktat EnergiIndex [1]. Med denna metod normalårskorrigeras användningen av olika fossila bränslen som används för elproduktion. Koldioxidemissionen beräknas sedan med hjälp av emissionsfaktorer för de olika bränsleslagen.

De två senaste åren (2009 och 2010) har kärnkraftens elproduktion varit avsevärt lägre än vad som var fallet under samtliga tidigare år 1990-2008. Vi bedömer att det stora bortfallet av kärnkraftsel under de två senaste åren kan ha påverkat de nationella elenergibalanserna så mycket att det finns risk för att SwedPowers metodik inte är optimalt anpassad för att beskriva normalårskorrigeringen under dessa förhållanden. SMHI har dock inte tillgång till den grundläggande information som SwedPowers metodik bygger på, och dessutom begränsad expertkunskap, varför några ändringar i metodiken inte har gjorts.

Fjärrvärme utom elvärme

En metodik för beräkning av normalårskorrigering av olika bränslen för fjärrvärme har tagits fram av Profu [4] och utnyttjats för data för åren 1990-2008. Profus metod bygger, vad gäller väderkorrigeringen, på information om månads- och länsuppdelade EnergiIndex [1], som erhållits från SMHI. Profu har i sin tur levererat länsuppdelade marginalbränsledata till SMHI som slutligen beräknat verkliga och normalårskorrigerade CO₂-emissioner för fjärrvärmerna.

För den nu aktuella studien (2008 – 2010) har emellertid Naturvårdsverket valt en ”budgetvariant” som innebär att Profu:s beräkningar av fjärrvärmedelen ersatts med en förenklad beräkningsmetodik som har framtagits och utförs av SMHI i direkt anslutning till SMHI:s normalårskorrigeringsberäkningar för övriga fastighetstyper (se nedan). I bilaga 1 ges en kortfattad beskrivning och osäkerhetsanalys av den nya förenklade metodiken för fjärrvärmerna.

Uppvärmning av flerbostadshus utom el- och fjärrvärme

Med utgångspunkt från den regionala bränslestatistiken och årliga, länsuppdelade Energi-Index har beräkningar gjorts av verklig och normalårskorrigerad fossil CO₂-emission från övriga flerbostadshus, dvs alla flerbostadshus fränsett de med fjärr- eller elvärme. Marginalbränslet vid normalårskorrigeringen har antagits överensstämma med det aktuella årets verkliga bränslemix.

Uppvärmning av småhus utom el- och fjärrvärme

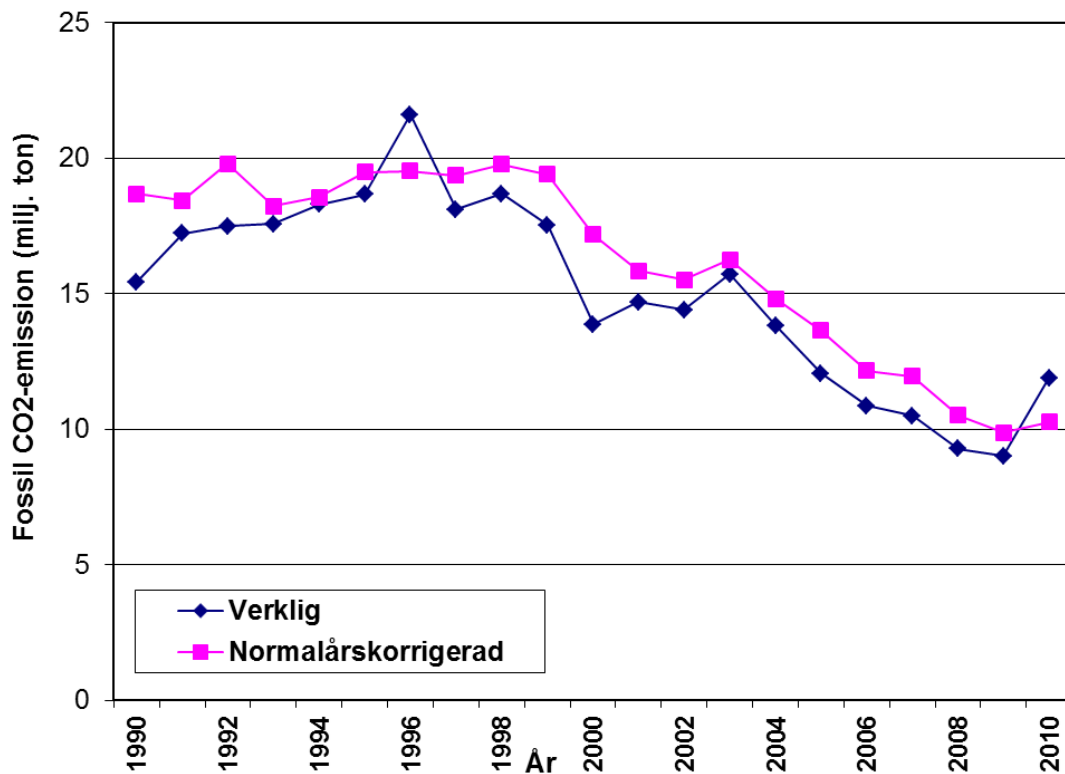
Med utgångspunkt från den regionala bränslestatistiken och årliga, länsuppdelade Energi-Index har beräkningar gjorts av verklig och normalårskorrigerad fossil CO₂-emission från övriga småhus, dvs alla småhus frånsett de med fjärr- eller elvärme. Marginalbränslet vid normalårskorrigeringen har antagits överensstämma med det aktuella årets verkliga bränslemix.

Uppvärmning inom service utom el- och fjärrvärme

Med utgångspunkt från den regionala bränslestatistiken och årliga, länsuppdelade Energi-Index har beräkningar gjorts av verklig och normalårskorrigerad fossil CO₂-emission från övriga servicefastigheter, dvs alla fastigheter utom flerbostadshus och småhus och frånsett de med fjärr- eller elvärme. Marginalbränslet vid normalårskorrigeringen har antagits överensstämma med det aktuella årets verkliga bränslemix.

Resultat och diskussion

Beräknade verkliga och normalårskorrigerade fossila CO₂-emissioner för elproduktion och fastighetsuppvärmning för åren 1990-2010 (preliminära bränsledata för 2010) redovisas i Tabell 2 och Figur 3. Den trend i data som återstår i de normalårskorrigerade årsemissionerna bör främst förklaras med förändringar i fastighetsbeståndet (storlek och energibehov), utsläpps begränsande åtgärder (t.ex. övergång till biobränsle) samt import/export av elenergi.



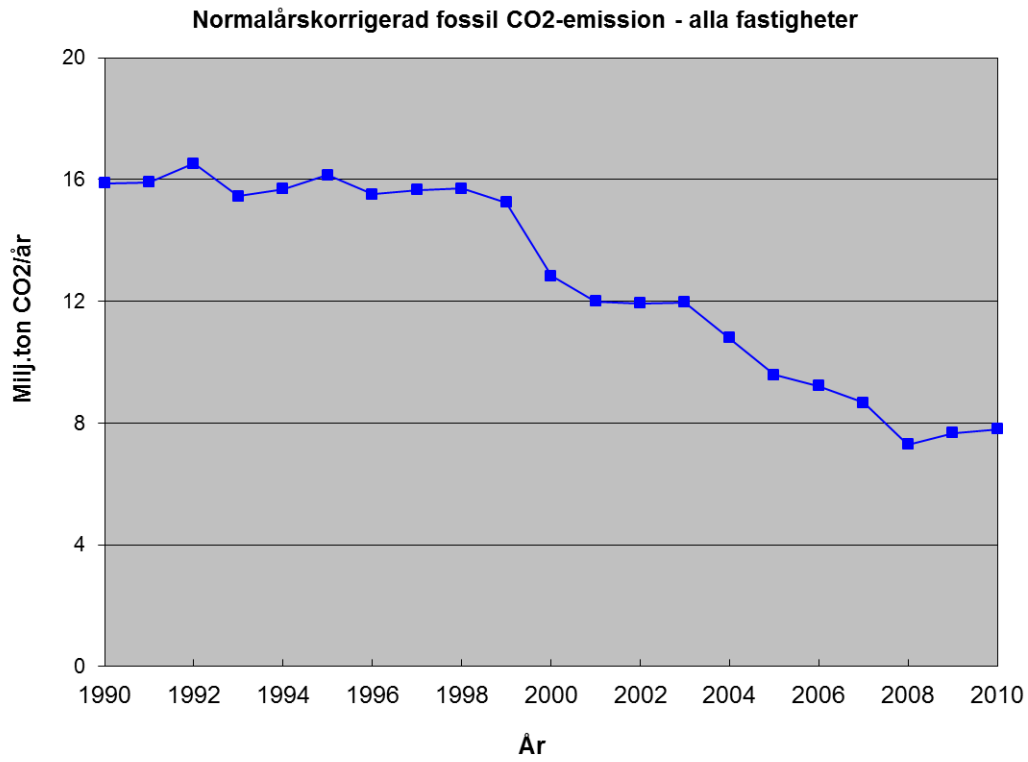
Figur 3. Verklig fossil CO₂-emission från fastighetsuppvärmning och elproduktion jämfört med motsvarande beräknad fossil CO₂-emission under ett meteorologiskt normalår för åren 1990-2010. År 2010 baseras på preliminär bränslestatistik.

Årlig fossil CO ₂ -emission [milj. ton CO ₂]				
År	Elproduktion inkl. elvärme		Fastighetsuppvärmning utom elvärme	
	Verklig	Normalår	Verklig	Normalår
1990	2,00	3,31	13,43	15,37
1991	2,71	3,16	14,51	15,27
1992	3,15	4,03	14,34	15,77
1993	3,41	3,55	14,17	14,67
1994	3,94	3,70	14,35	14,85
1995	3,61	4,09	15,04	15,38
1996	6,95	5,61	14,66	13,90
1997	4,07	4,63	14,04	14,72
1998	4,15	4,91	14,54	14,86
1999	4,31	5,12	13,22	14,28
2000	3,44	5,15	10,42	12,03
2001	3,95	4,61	10,75	11,23
2002	4,40	4,59	10,01	10,91
2003	5,69	5,56	10,04	10,70
2004	4,55	4,91	9,27	9,91
2005	4,13	4,86	7,91	8,77
2006	3,30	3,63	7,56	8,53
2007	3,50	3,97	6,99	7,99
2008	3,52	3,86	5,75	6,66
2009	2,46	2,69	6,55	7,18
2010	3,47	3,06	8,42	7,19

Tabell 2. Verklig och normalårskorrigerad årlig fossil CO₂-emission (milj. ton CO₂) från "Elproduktion inklusive elvärme" samt "Fastighetsuppvärmning utom elvärme" i Sverige under perioden 1990-2010. Data för 2010 är preliminära.

För samtliga år under perioden 1990-2010, utom 1996 och 2010, har den summerade normalårskorrigerade fossila CO₂-emissionen från fastighetsuppvärmning och elproduktion varit större än den verkliga. Detta sammanhänger med att milda vintrar och nederbördsrika år dominerat under perioden, som lett till ett mindre uppvärmningsbehov, mindre behov av fossileldad elproduktion och därmed mindre utsläpp av koldioxid än vad som skulle gälla för ett normalt år. För år 1990, som utgör ett basår, och för år 2000 var skillnaden mellan verklig och normalårskorrigerad emission störst. Den normalårskorrigerade årliga fossila CO₂-emissionen låg ungefär konstant under perioden 1990-1999. Därefter och fram till 2009 finns en stadig trend mot minskande normalårskorrigerade emissioner av fossil CO₂. Detta är i huvudsak orsakat av en successivt ökad användning av icke-fossil energi, främst baserad på biobränsle. Under 2010, som var ett kraftigt avvikande år såväl vädermässigt som för kärnkraften, ökade dock den normalårskorrigerade fossila CO₂-emission något jämfört med 2009. Sammantaget har under den senaste 12-årsperioden den normalårskorrigerade fossila CO₂-emissionen från fastighetsuppvärmning och elproduktion i det närmaste halverats.

I Figur 4 visas en något förenklad beräkning av den normalårskorrigerade, fossila CO₂-emissionen för Sveriges totala fastighetsuppvärmning (inklusive elvärme) för perioden 1990-2010.



Figur 4. Något förenklad normalårskorrigerad fossil CO₂-emission avseende all svensk fastighetsuppvärmning (inklusive elvärme) för perioden 1990-2010.

Referenser

- [1] Persson C. Normalårskorrigerig av Sveriges utsläpp av fossil CO₂ från uppvärmning. Rapportserie SMED och SMED&SLU, Nr 1. 2004.
- [2] Holmberg J. & Axelsson J. Kortfattad metodbeskrivning – Normalårskorrigerig av el. SwedPower. 2006.
- [3] Sasic Kalagasidis A., Chalmers; Taesler R., Andersson C. & Nord M., SMHI. Upgraded Weather Forecast Control of Building Heating Systems. Proceedings of the third International Building Physics Conference , Concordia University, Montreal Canada, August 2006.
- [4] Normalårskorrigerig av fjärrvärmebränslen. Rapport till Naturvårdsverket. Profu AB 2006.

BILAGA 1

Förenkling av Profu:s tidigare utnyttjade metod för normalårskorrigeringsberäkning av fossil CO₂ från fjärrvärme

De normalårskorrigeringsberäkningar av fossil koldioxidemission från fastighetsuppvärmning och elproduktion som SMED rapporterat till Naturvårdsverket under senare år (den senaste rapporten daterad 26 november 2009) har för fjärrvärmedelen varit baserad på en detaljerad och väl underbyggd metod framtagen och genomförd av Profu AB. Metoden finns beskriven i ”Normalårskorrigeringsberäkning av fjärrvärmebränslen”. Rapport till Naturvårdsverket från Profu AB 2006.

För 2011 års normalårskorrigeringsstudie, med leverans 1 december 2011, har emellertid Naturvårdsverket valt en ”budgetvariant” som bl.a. innebär att Profu:s beräkningar av fjärrvärmedelen ersätt med en förenklad beräkningsmetodik som har framtagits och utförs av SMHI i direkt anslutning till SMHI:s övriga normalårskorrigeringsberäkningar. Nedan ges en kortfattad beskrivning av denna förenklade metodik för normalårskorrigeringsberäkning av fossil CO₂ från Sveriges fjärrvärme.

Förenklad metodik för normalårskorrigeringsberäkning av fjärrvärmeemissionerna

Underlag för den förenklade metodiken är tidigare levererade resultat från Profu:s normalårskorrigeringsberäkning av fjärrvärmebränslen 1990-2008, som genom en enkel regressionsanalys kombineras med EnergiIndex och nationell information om storleken på olika produktionsslag av elenergi för samma period. Endast sådana indata som sedan tidigare finns tillgängliga inom SMED:s normalårskorrigeringsprojekt har utnyttjats.

1. Ett första steg vid normalårskorrigeringsberäkning av fossil CO₂-emission från fastighetsuppvärmning, oavsett vilken typ av fastighet det gäller, är antagandet att samma bränslemix gäller för normalårskorrigeringsdelen (marginalbränslet) som den som varit rådande under det aktuella året (YY). Normalårskorrigeringsdelens CO₂-emission beräknat på detta sätt betecknar vi E_{Mixyy} . Detta förfarande är korrekt för fastigheter som inte med kort varsel inom samma kalenderår kan byta bränsleslag. I SMED:s normalårskorrigeringsstudier förutsätts detta gälla för alla fastighetstyper utom de som har fjärrvärme.
2. Inom alla större svenska fjärrvärmesystem finns möjlighet att optimera ekonomi och drift genom att operatören väljer mellan olika bränslen beroende på en rad faktorer som t.ex. aktuella el- och andra bränslepriser, teknik, värmebehov etc. Detta kan – och måste – göras med kort varsel då t.ex. värmebehovet avsevärt ökar eller minskar. Det innebär att för fjärrvärme ger inte punkt 1 en tillräckligt noggrann beskrivning av normalårskorrigeringsdelens emission utan måste kompletteras. Detta har tidigare gjorts med hjälp av Profu:s metod för normalårskorrigeringsberäkning av fjärrvärmebränslen. Normalårskorrigeringsdelens CO₂-emission beräknat med Profu:s väl underbyggda metod betecknar vi E_{Profyy} . Vi definierar för varje år en dimensionslös faktor $F = E_{Profyy} / E_{Mixyy}$. Normalt är $F \geq 1$ eftersom marginalbränslet alltid är dyrare än priset på årets genomsnittliga bränsle. Ett dyrare bränsle är i regel kopplat till en större emission av fossil CO₂ (t.ex. olja och kol).
3. För att bestämma faktorn F utgår vi från en enkel regressionsanalys baserad på redan tillgänglig information inom SMED:s normalårskorrigeringsprojekt avseende

EnergiIndex och Sveriges årliga elproduktion. Nedanstående parametrar, som alla återspeglar olika elproduktionsslags avvikelse från normalår eller uppvärmningsbehovets avvikelse från normalår, bedöms spela roll för det aktuella årets värde på faktorn F.

- **[Vattenkraft – 63000]** : Ungefärligt mått på avvikelse från normalår i vattenkraftproduktionen (anges i GWh, inkluderar också vindkraft).
- **[Kärnkraft – 63000]** : Ungefärligt mått på avvikelse från normalår i kärnkraftproduktionen (anges i GWh).
- **[Värmekraft – 3500]** : Mått på avvikelse från en grovt skattad lägsta grundnivå i Sveriges årliga värmekraftproduktionen (anges i GWh).
- **[NettoExport]** : Nettoexport av elenergi (anges i GWh). Beror på tillgång/efterfrågan på elenergi under det aktuella året.
- **EnergiIndexVV** : (dimensionslöst) anger det aktuella årets behov av energi för svensk fastighetsuppvärmning och varmvattenproduktion i relation till förhållandena under ett normalt väderår.

Vi har testat några olika metoder för att summera dessa parametrar till en sammansatt variabel, som vi kallar ”korrigeringsenergi” (enhet GWh), som förväntas vara korrelerad med de olika årens F-värden. Nedanstående grundform har, baserat på tillgängliga data för perioden 1990 – 2008, visat sig lämpligast.

$$[\text{Korrigeringsenergi}] = [\text{EnergiIndexVV}]^A \times \{ \text{ABS}([\text{Vattenkraft} - 63000]) + B \times [\text{Kärnkraft} - 63000]) + C \times [\text{Värmekraft} - 3500] + D \times [\text{NettoExport}] \}.$$

4. Genom att utnyttja Profu:s data för perioden 1990-2008, som ger värden på F för vart och ett av dessa år, kan de dimensionslösa konstanterna A, B, C och D grovt anpassas så att ”korrigeringsenergin” bäst samvarierar med F-värdena. Vid denna anpassning av konstanterna har vi dock valt att exkludera åren 1993 och 1997, vilka båda har kraftigt avvikande och svårtolkade resultat. Dessutom ligger dessa år långt tillbaka i tiden med delvis andra förhållande för fjärrvärmeförbrukningen än under senare år.

För 1997 ger Profu:s data ett extremt lågt F-värde ($F = 0,7$) medan alla övriga 18 år genomgående har värden $F \geq 1,1$. År 1997 har EnergiIndexVV = 0,95 (dvs relativt nära normalår) och nära normala värden för de olika elproduktionsslagen, varför F-värdet långt under 1,0 är svårtolkat. Vi har valt att exkludera detta år vid regressionsanalysen. Dessutom är normalårskorrigeringsdelens CO₂-mängd liten oavsett F-värde, eftersom året ligger nära ett normalår.

Vi har även valt att exkludera 1993, för vilket Profu-data ger det extremt höga värdet $F = 4,2$ trots att detta år hade ett energibehov för fastighetsuppvärmning som var mycket nära normalår (EnergiIndexVV = 0,985). Även för detta år är normalårskorrigeringsdelens CO₂-emission liten oavsett F-värde.

En grov anpassning med utgångspunkt från tillgängliga data för 17 år ger följande uttryck, som avsiktligt valts så att en något mera robust formulering erhållits på bekostnad av bästa möjliga korrelation:

$$[\text{Korrigeringsenergi}] = [\text{EnergiIndexVV}]^6 \times \{ \text{ABS}([\text{Vattenkraft} - 63000]) + 0,5 \times [\text{Kärnkraft} - 63000]) + 3 \times [\text{Värmekraft} - 3500] + 0,3 \times [\text{NettoExport}] \}.$$

Den beräknade s.k. ”korrigeringsenergin” är alltså kraftigt beroende av EnergiIndexVV (potensuttryck med exponenten lika med 6). Det innebär alltså att de år med små värmebehov för fastighetsuppvärmningen får mindre värden på

”korrigeringsenergi”, medan kalla år med stora värmebehov får betydligt större ”korrigeringsenergi”.

Diagrammet nedan visar ett spridningsdiagram med faktorn F på den vertikala axeln (y) och ”korrigeringsenergi” (i GWh) på den horisontella axeln (x). Trendlinjen i polynomform är vald så att $F = 1,0$ då ”korrigeringsenergi” är 0. Dvs då uppvärmningsbehovet varit litet och det har varit små avvikelser från normalår i elproduktionens olika delar antas marginalbränslets bränslemix nära sammanfalla med den totala bränslemix som varit rådande under det aktuella året.

Den trendlinje i polynomform som erhålls är:
 $F = 1,302 \cdot 10^{-10} \cdot x^2 + 1,713 \cdot 10^{-5} \cdot x + 1,000$
där x = korrigeringsenergin.

R^2 (den förklarade variansen) = 72 % och vi får en korrelationskoefficient = 0,85 för de 17 års data som utnyttjats som underlag. Erhållen förklarad varians och korrelationskoefficient avser givetvis beroende data.

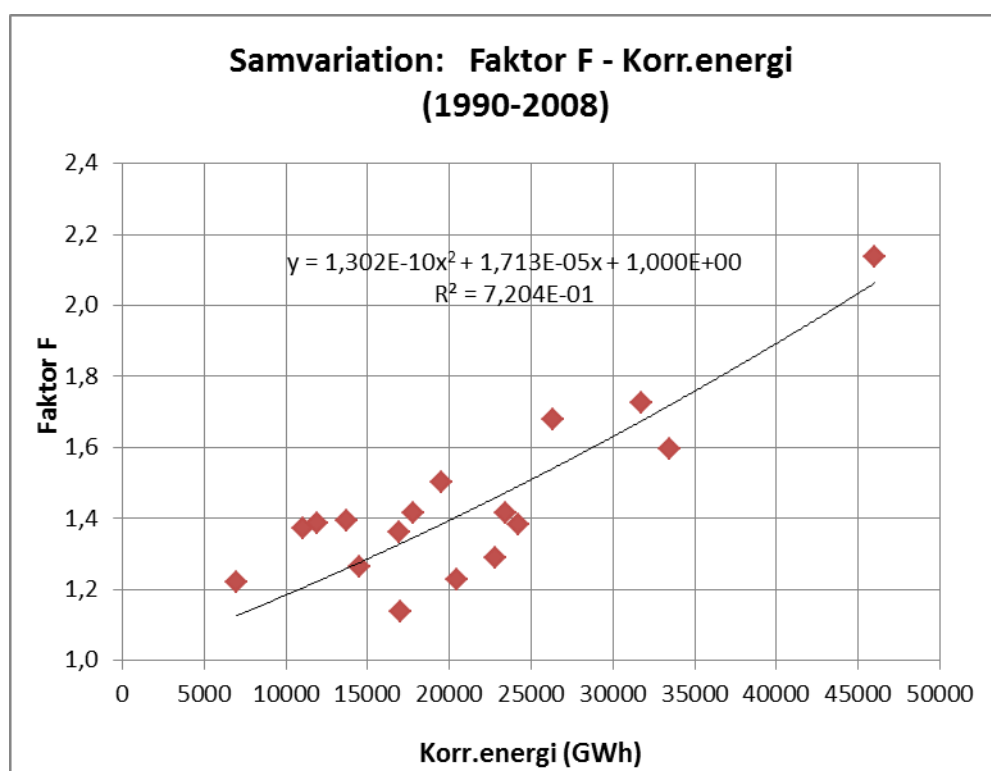


Diagram: Spridningsdiagram med Faktorn F på den vertikala axeln (y) och ”korrigeringsenergi” (GWh) på den horisontella axeln (x). Trendkurvan har valts så att $y = 1,0$ då $x = 0,0$. R^2 = förklarad varians.

Osäkerheter i den förenklade metodiken

Själva förutsättningen för den förenklade metodiken – att den ska vara en enkel regressionsanalys och enbart bygga på information om EnergiIndex och energiinformation som redan finns inom normalårskorrigeringsprojektet – innebär begränsningar. Andra ekonomiska och tekniska faktorer av betydelse, som dessutom kan variera mellan olika fjärrvärmeproducenter och mellan olika år, är inte inkluderade.

Två år under perioden 1990 – 2008 har exkluderats från underlaget (1993 och 1997, se ovan) pga av att Profus resultat för dessa båda år är kraftigt avvikande och svårtolkade. Svårigheter med att tolka data för dessa båda år innebär en viss osäkerhet.

En osäkerhet i det framtagna uttrycket för faktorn F, som inte har kunnat undvikas, sammanhänger med att endast ett av åren (1996) under den studerade perioden 1990 – 2008 varit kallare än normalt under uppvärmningssäsongen och haft ett EnergiIndex > 1. För det nu aktuella året 2010, som har EnergiIndex > 1, kommer därför den beräknade faktorn F att i ganska hög grad vara beroende av diagrampunkten för år 1996. En annan osäkerhet är givetvis att fjärrvärmesystemen och valen av bränslen successivt under en 20 års period utvecklas beroende på teknik och ekonomi, varför en regressionsanalys av denna typ riskerar att så småningom bli föråldrad och missvisande.

Skillnaden mellan F-värden baserade på Profus tidigare beräkningar (F_{Profu}) och de som erhålls med den förenklade metodiken innebär i genomsnitt för perioden 1990-2008 en skillnad på ca 0,9 % för slutresultatet avseende den normalårskorrigerade fossila CO₂-emissionen från all fastighetsuppvärmning (dvs den normalårskorrigerade kurvan i Figur 4). Detta motsvarar en genomsnittlig skillnad på ca 0,6 % av det normalårskorrigerade värdet för summan av all fastighetsuppvärmning och vattenkraft (dvs den normalårskorrigerade kurvan i Figur 3). Dessa skillnader avser givetvis beroende data.

För år 2010 kan dock osäkerheten vara något större, eftersom det var ett år med ovanligt kallt vintervädret under uppvärmningssäsongen såväl i början som i slutet av året. Samtidigt var kärnkraftens energiproduktion mycket mindre än normalt. Detta innebär att år 2010 har en beräknad ”korrigeringsenergi” (drygt 70 000 GWh) och ett F-värde som är större än för något annat år från 1990 och framåt.