



Normalårskorrigerering av fossil koldioxidemission från fastighets- uppvärmning och elproduktion 2012-2013 varav 2013 avser preliminära data

Resultatredovisning för hela perioden 1990-2013

Marina Verbova, Christer Persson, Magnus Asp SMHI
Helena Rehn, SCB

Avtal 2250-14-004

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 for NIR Submission 2015	1
Normal-year correction of greenhouse gas emissions.....	1
Sammanfattning	4
Normalårskorrigerig.....	5
Bakgrund.....	5
Inledning.....	5
Indata.....	6
Bränsleförbrukning för fastighetsuppvärmning inklusive varmvatten.....	6
Statistik över elförsörjning och elproduktion	8
Beräkningsmetodik.....	8
Vädrets betydelse för uppvärmningsbehovet	8
Elproduktion och elvärme	10
Fjärrvärme utom elvärme	10
Uppvärmning av flerbostadshus utom el- och fjärrvärme	11
Uppvärmning av småhus utom el- och fjärrvärme	11
Uppvärmning inom service utom el- och fjärrvärme	11
Resultat och diskussion.....	12
Referenser	15
BILAGA 1	16

Summary for NIR Submission 2015

Normal-year correction of greenhouse gas emissions

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. Hydropower accounts for almost half of all Swedish electricity production.

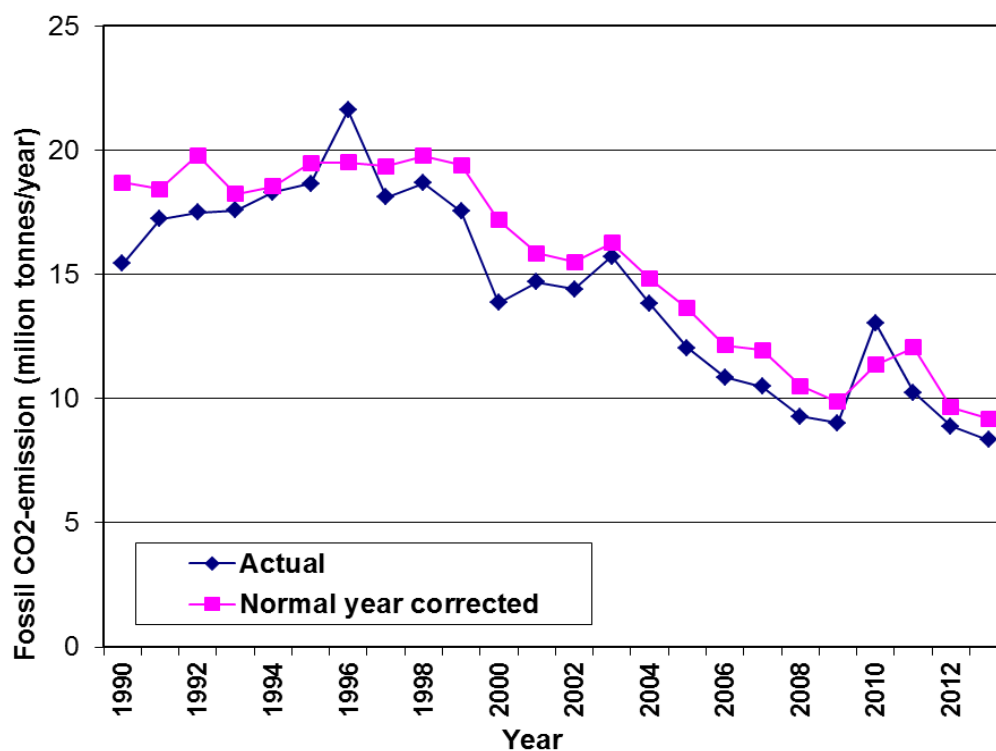


Figure 1. Actual and normal year corrected fossil CO₂-emissions for heating of buildings and electricity production in Sweden for the years 1990-2013. For the year 2013 a preliminary estimate of runoff is used.

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 (normal year period used is 1965 - 1995), and to 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 Persson, 2004 [1] and later further elaborated in detail in [2]. The model for normal-year corrections of CO₂-emissions from electricity production, including hydropower, is described in [3]. Actual and normal-year corrected fossil CO₂-emissions caused by heating of buildings and electricity production is shown for 1990-2013 (preliminary estimate of runoff in 2013) 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 were almost constant during the period 1990-1999. Since then the emissions have decreased and were in 2009 about half of the levels during the period 1990-1999.

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	-398	-1 277	-1 674
2011	776	1 059	1 835
2012	356	409	765
2013	167	685	852

Table 1. Annual 1990-2013 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] Normalårskorrigerig av fjärrvärmebränslen. Rapport till Naturvårdsverket. Profu AB 2006.
- [3] Holmberg J. & Axelsson J. Kortfattad metodbeskrivning – Normalårskorrigerig av el. SwedPower. 2006

Sammanfattning

Rapportering av normalårskorrigerade fossila koldioxidutsläpp (CO_2) utgör inget krav inom rapporteringen till UNFCCC, men de rapporterade länderna uppmanas 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 redovisat normalårskorrigerade utsläpp från fastighetsuppvärmning och elproduktion för perioden 1990-”aktuellt år”.

Metoden har successivt utvecklats sedan år 2004 [1]. Metoden omfattar en normalårskorrigerad av utsläppen av fossil koldioxid som sammanhänger dels med svenska väderförhållanden som påverkar den totala fastighetsuppvärmningen, dels med variationer i tillgången på vattenkraft som påverkar elproduktionen.

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 SMHI:s ENLOSS-modell [3] som grund görs beräkningar över hur behovet av fastighetsuppvärmning varierar för olika delar av Sverige och mellan olika år. Energinbehovet 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 CO_2 för olika bränslen.

För samtliga år under perioden 1990 – 2013, utom 1996 och 2010, har den summerade normalårskorrigerade fossila CO_2 -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 under ett normalt år.

Trenden för den verkliga fossila CO_2 -emissionen är i stora drag fortsatt nedåtgående och ligger på sin lägsta nivå år 2013 (sedan 1990). Den normalårskorrigerade årliga fossila CO_2 -emissionen låg ungefär konstant under perioden 1990-1999. Värdena halverades i det närmaste under den efterföljande 10-årsperioden (alltså fram till 2009). Detta orsakades av bland annat en successivt ökad användning av icke-fossil energi, främst baserad på biobränsle. Trenden bryts av en ökning av den normalårskorrigerade årliga fossila CO_2 -emissionen 2010 och 2011, men resultaten för 2012 och 2013 visar återigen en nedåtgående trend. År 2013 är utsläppen de lägsta under hela tidserien.

Normalårskorrigerering

Bakgrund

Uppvärmning av fastigheter orsakar stora koldioxidutsläpp och har därför uppmärksammats i klimatarbetet. Mängden energi som krävs för att värma upp fastigheter till normal inomhustemperatur påverkas av variationer i temperatur, instrålning och vind. Även andra väderparametrar har betydelse för energiförsörjning, t.ex. 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 år 2001 en ny modell för normalårskorrigerering 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 normalårskorrigereringen ingår att beräkna vad koldioxidemissionerna skulle vara ett normalt år med hänsyn till såväl uppvärmningsbehovet av fastigheter som variationer i vattenkraftproduktionen av el. För detta utnyttjas SMHI:s meteorologiska data och modellberäkningar av uppvärmningsbehovet. Beräkningarna av normalårskorrigereringen baserades fram t.o.m. 2008 års utsläppsdata på SCB:s regionala och nationella energistatistik för respektive år. För åren därefter utnyttjas bränslestatistik producerad av Statisticon.

Inledning

Normalårskorrigereringen av utsläpp från nationell fastighetsuppvärmning och elproduktion genomförs i två delvis separata beräkningsblock:

A. All fastighetsuppvärmning i Sverige exklusive elvärme.

Normalårskorrigereringen av detta block har i sin tur delats upp i totalt fyra separata delar som studeras med en anpassad korrigeringsmetod för var och en av delarna:

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

B. Elproduktion inklusive elvärme.

Normalårskorrigereringen av elvärmen har beräkningsmässigt integrerats med normalårskorrigereringen av elproduktionen som i sin tur sammanhänger med tillgången på vattenkraft.

Indata

Länsuppdelad bränslestatistik för fastighetsuppvärmning ligger till grund för beräkningarna. SCB är producent för bränslestatistik för åren 1990-2008. Från och med år 2009 tas bränslestatistiken fram av Statisticon. Skillnader mellan de båda producenterna vad gäller val av statistiska metoder kan leda till vissa hopp i tidsserien.

För normalårskorrigeringen av elproduktionen har energi- och bränslestatistik från SCB samt tillrinningsdata från Svensk Energi använts.

Fr.o.m. år 2014 har Energimyndigheten, i egenskap av statistikansvarig myndighet, beslutat att avskaffa preliminära resultat av energistatistiken och enbart publicera slutliga resultat. Detta beslut påverkar redan redovisningsår 2013. Följderna blir att SMED endast behöver beställa uppgifter om energistatistik en gång per år och därmed slopa beställningen över preliminära siffror.

I det aktuella projektet används slutgiltig energistatistik för år 2013. Den normalårskorrigerade CO₂-emissionen för år 2013 är dock preliminär. Detta beror på att tillrinningsdata som används i beräkningar av normalårskorrigerade utsläpp från elproduktion är preliminär.

Bränsleförbrukning för fastighetsuppvärmning inklusive varmvatten

Data har tagits fram enligt följande:

Fjärrvärme

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

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

Hushållsel avser inte uppvärmning och ingår inte.

Flerbostadshus

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 avser inte uppvärmning och ingår inte. 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 2012:05 (tidigare EN16SM).

Småhus

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 2012:14 (tidigare EN16SM). Diesel och olja slås i normalårskorrigeringen samman till en kategori.

Hushållsel avser inte uppvärmning och ingår inte.

Övrig service

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".

Beräkningsmetodik

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 av 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.

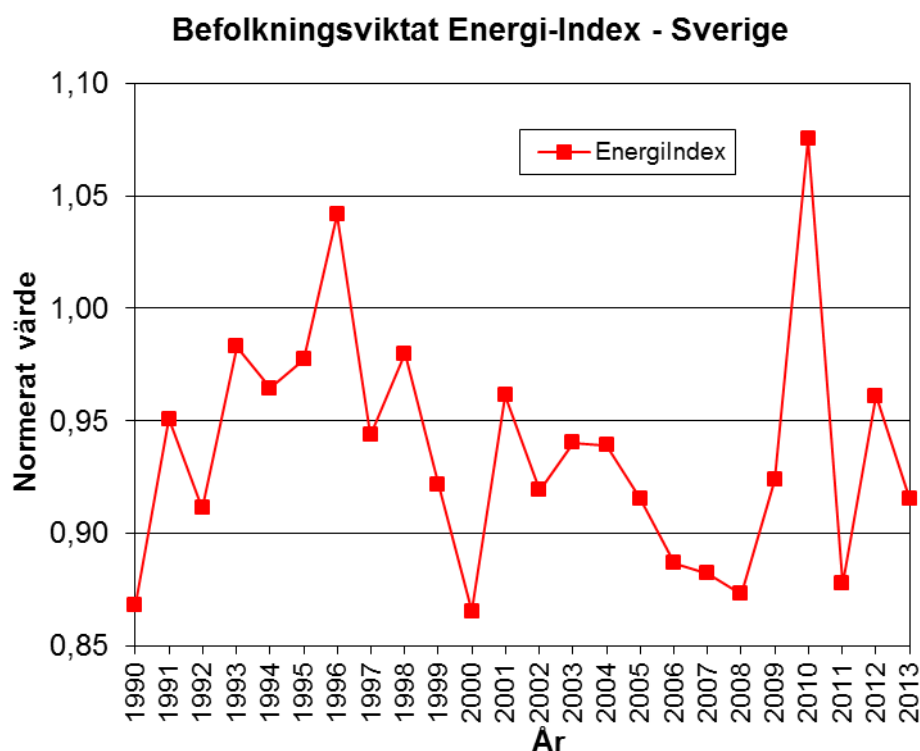
Samtliga beräkningar av EnergiIndex, som ligger till grund för normalårskorrigeringen, har gjorts för en ”standardfastighet” med följande egenskaper:

- Representerar blandad bebyggelse
- Mekanisk ventilation
- Värmebehovet för varmvatten är *ej* inkluderat
- Värme från belysning, personer i byggnaden, elektrisk utrustning o. dyl. har schablonmässigt räknats bort från värmebehovet
- En tidskonstant på 24 timmar 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 1990-2013 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 24-års perioden 1990-2013 är det bara 1996 och 2010 som haft uppvärmningsbehov större än det nu utnyttjade normalvärdet; åren 1990, 2000, 2008 och 2011 är uppvärmningsbehovet som lägst.



Figur 2. Befolkningsviktat nationellt EnergiIndex (baserat på normalårsperiod 1965-1995) för Sverige för perioden 1990-2013.

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.

Vid årsskiftet 2014/2015 byter SMHI normalårsperiod för EnergiIndex. Den nya perioden kommer att bli 1981-2010 mot den tidigare normalårsperioden 1965-1995. De nya normalvärdena är i allmänhet 2-4 % lägre än tidigare, d.v.s. uppvärmningsbehovet har minskat 2-4%. Årsmedeltemperaturen har för stora delar av landet ökat med ca 0.2 grader från 1971-2000 till 1981-2010. I det aktuella projektet kan den tidigare normalårsperioden fortsätta användas. I fall det finns behov att modernisera projektet genom att använda den nya normalårsperioden behöver hela tidsserien räknas om.

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.

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 tillrinningen 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.

Under åren 2009 - 2011 har kärnkraftens elproduktion varit lägre än vad som var fallet under i stort sett samtliga tidigare år 1990-2008. Vi bedömer att det stora bortfallet av kärnkraftsel under dessa år 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 har 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.

Från och med beräkningsåret 2008 har Naturvårdsverket dock valt en ”budgetvariant” som innebär att Profu:s beräkningar av fjärrvärmedelen ersatts med en förenklad beräkningsmetodik som har tagits fram och utförs av SMHI i direkt anslutning till

SMHI:s normalårskorrigeringsberäkningar för övriga fastighetstyper. I Bilaga 1 ges en kortfattad beskrivning och osäkerhetsanalys av den nya förenklade metodiken för fjärrvärmen. Denna ger dock en större osäkerhet än den mer komplexa metoden som användes tidigare. Osäkerheten ökar sannolikt med tiden. SMHI har idag använt sig av den förenklade metodiken i fem år och bedömer att metoden bör ses över.

Uppvärmning av flerbostadshus utom el- och fjärrvärme

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

Uppvärmning av småhus utom el- och fjärrvärme

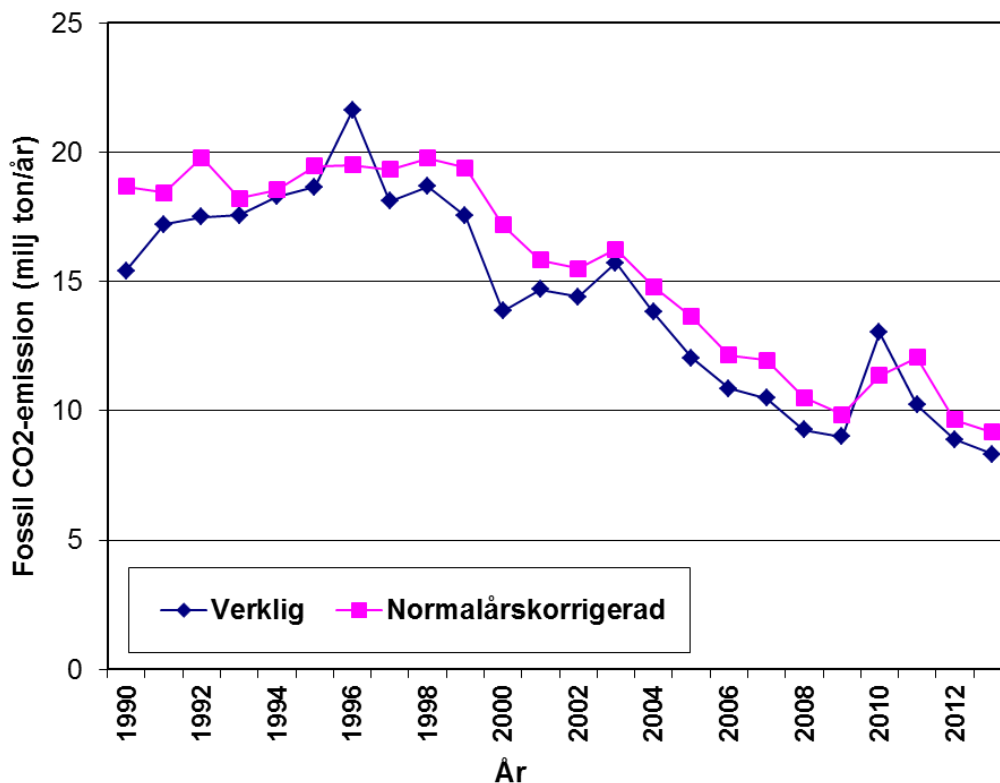
Med utgångspunkt från den regionala bränslestatistiken och det årliga länsuppdelade EnergiIndex har beräkningar gjorts av verklig och normalårskorrigerad fossil CO₂-emission från övriga småhus, dvs. alla småhus frånsett de med fjärr- eller elvärme. Marginalbränslet vid normalårskorrigeringen har antagits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

Uppvärmning inom service utom el- och fjärrvärme

Med utgångspunkt från den regionala bränslestatistiken och det årliga länsuppdelade EnergiIndex 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 1990-2013 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), utsläppsbegränsande 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 1990-2013. För år 2013 gäller en preliminär beräkning (i beräkningen används preliminär uppskattning av tillrinning vilket påverkar den normalårskorrigerade CO₂-emissionen från elproduktionen).

För samtliga år under perioden 1990-2013, 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 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. Värdena halverades i det närmaste under den efterföljande

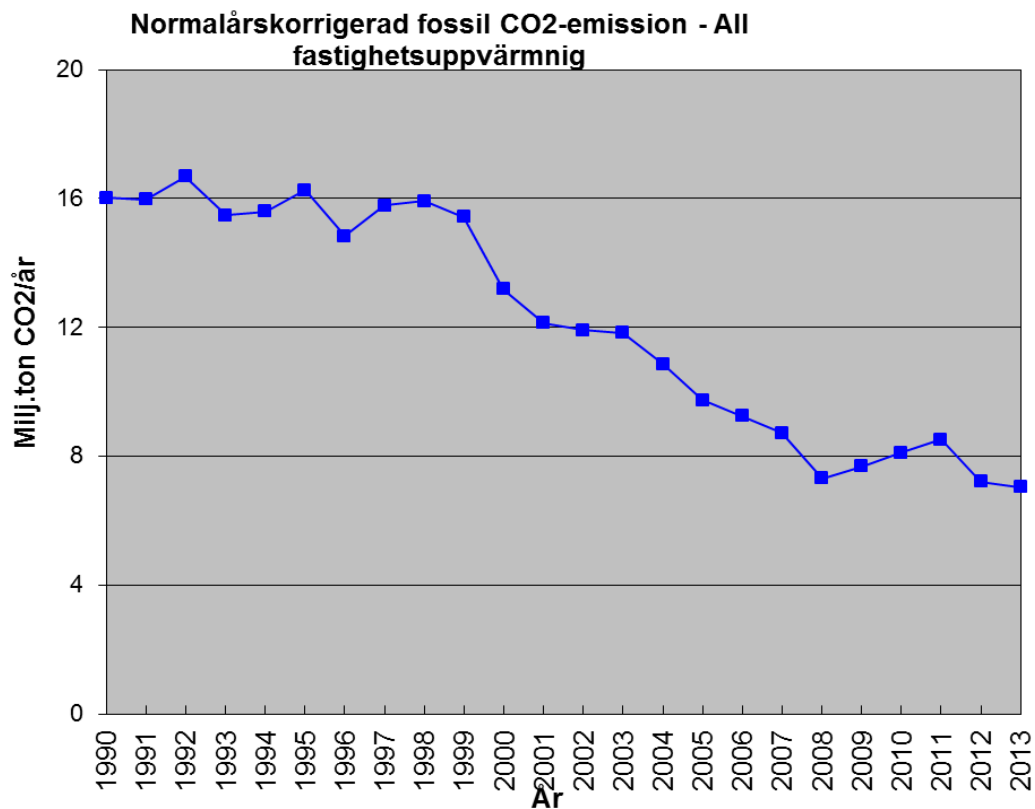
10-årsperioden (alltså fram till 2009). Detta orsakades i huvudsak av en successivt ökad användning av icke-fossil energi för fastighetsuppvärmning, främst baserad på biobränsle. Trenden bryts av en ökning av den normalårskorrigerade årliga fossila CO₂-emissionen 2010 och 2011 men resultaten för 2012 och 2013 visar återigen en nedåtgående trend. Enligt Figur 2 är uppvärmningsbehovet år 2010 högre än normalt och detta kan förklara det ovannämnda trendbrottet. Uppvärmningsbehovet år 2011 är dock lägre än normalt och även lägre än exempelvis år 2009. Men utsläppen år 2011 är högre än år 2009. En stor del av de högre utsläppen år 2011 kan förklaras med att fossila bränslen användes i högre grad år 2011 jämfört med 2009. För åren 2012 och 2013 minskar den fossila energianvändningen fast uppvärmningsbehovet för dessa år är högre än år 2011. År 2013 är utsläppen de lägsta under hela tidserien.

År	Årlig fossil CO ₂ -emission [milj.ton CO ₂]			
	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	4,33	3,93	8,71	7,43
2011	3,56	4,34	6,67	7,73
2012	2,58	2,93	6,32	6,73
2013	2,40	2,57	5,93	6,61

Tabell 2. Verklig och normalårskorrigerad årlig fossil CO₂-emission (milj. ton CO₂) från "Elproduktion inklusive elvärme" samt "Fastighetsuppvärmning utom elvärme" i Sverige under perioden 1990-2013. Den normalårskorrigerade CO₂-emissionen från "Elproduktion inklusive elvärme" för år 2013 är preliminär.

I Figur 4 visas en beräkning av den normalårskorrigerade fossila CO₂-emissionen för Sveriges totala fastighetsuppvärmning (inklusive elvärme) för perioden 1990-2013. Denna figur ger information om hur den normalårskorrigerade fossila CO₂-emission

utvecklats för hela fastighetsbeståndet, men utan att inkludera påverkan från övrig elproduktion som inte utgör elvärme. Figur 4 har tagits fram som ett komplement eftersom elvärmens beräkningstekniskt är separerad från övrig fastighetsuppvärmning.



Figur 4. Något förenklad normalårskorrigerad fossil CO₂-emission avseende all svensk fastighetsuppvärmning (inklusive elvärme) för perioden 1990-2013.

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.
- [5] Normalårskorrigerig av fossil koldioxidemission från fastighets-uppvärmning och elproduktion 2008-2010 varav 2010 avser preliminära data. Rapportserie SMED 2011.
- [6] Grönkvist S., Stenkvist M. och Paradis H. Projektet Vägval Energi – Nordeuropeisk energikarta. Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien, 2009.

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 avseende åren 1990-2008 (den sista 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 normalårskorrigeringsstudien med leverans 1 december 2011 valde emellertid Naturvårdsverket en ”budgetvariant” som innebar att Profu:s beräkningar av fjärrvärmedelen ersattes med en förenklad beräkningsmetodik som togs fram av SMHI i direkt anslutning till SMHI:s övriga normalårskorrigeringsberäkningar. I den nu aktuella rapporten, daterad december 2014, har en marginell justering gjorts. En beskrivning av den utnyttjade förenklade beräkningsmetodiken för normalårskorrigeringsberäkning av fossil CO₂ från Sveriges fjärrvärme framgår nedan. Avslutningsvis diskuteras även kortfattat behovet av framtida uppdateringar av beräkningsmetodikerna för såväl fjärrvärme som elproduktion där hänsyn tas till de betydande förändringar i de nordeuropeiska energiflödena som skett under senare år.

Förenklad metodik för normalårskorrigeringsberäkning av fjärrvärmeemissionerna

Underlag för denna förenkladeberäkningsmetodik är tidigare levererade resultat från Profu:s normalårskorrigeringsberäkning av fjärrvärmebränslen 1990-2008. Genom en enkel regressionsanalys kombineras 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 bränslmix gäller för normalårskorrigeringsdelen (marginalbränslet) som den som varit rådande under det aktuella året (YY). Normalårskorrigeringsdelens CO₂-emission beräknat på detta sätt betecknar vi $E_{Mix,YY}$. 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 normalårskorrigeringsdelen utan måste kompletteras. Detta har tidigare gjorts med hjälp av Profu:s metod för normalårskorrigeringsdelens CO₂-emission beräknat med Profu:s väl underbyggda metod betecknar vi E_{Profyy}. Vi definierar för varje år en dimensionslös faktor $F = E_{\text{Profyy}} / E_{\text{Mixyy}}$. 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 fjärrvärmedriften 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:

$$[\text{Korrigeringsenergi}] = [\text{EnergiIndexVV}]^6 \times \{ \text{ABS}([\text{Vattenkraft} - 63000]) + 0,5 \times [\text{Kärnkraft} - 63000]) + 3 \times [\text{Värmekraft} - 3500] + 0,1 \times [\text{NettoExport}] \}.$$

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 ”korrigeringsenergin”, 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 ”korrigeringsenergin” 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:
 $F = 1,102 * E-10 * x^2 + 1,775 * E-05 * x + 1,000$
 där x = korrigeringsenergin.

R^2 (förklarad varians) = 72,2 % 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.

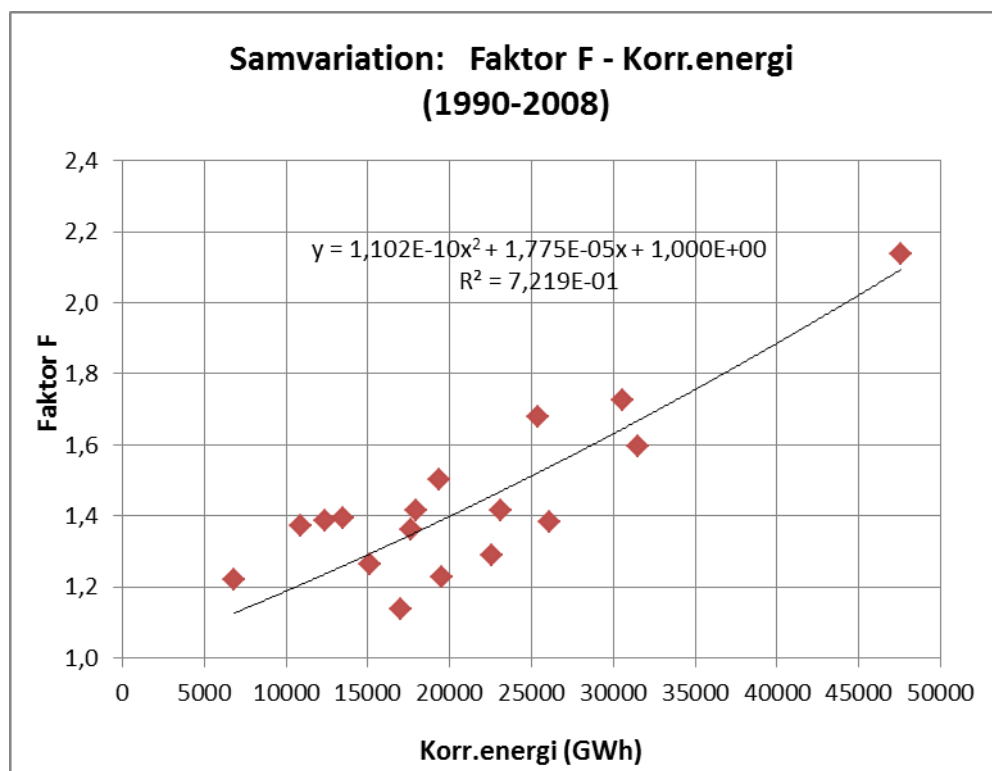


Diagram: Spridningsdiagram med Faktorn F på den vertikala axeln (y) och ”korrigeringsenergi” (GWh) på den horisontella axeln (x). Trendkurvan har valts så att $y = 1,0$ då $x = 0,0$. $R^2 =$ förklarad varians.

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 beroende data.

Framtida behov av metodutveckling för Elproduktion och Fjärrvärme

Avslutningsvis vill vi peka på att de betydande förändringar i de nordeuropeiska energiflödena som skett under senare år, se t.ex. referens [6], troligen innebär att de metodiker som vi idag utnyttjar för normalårskorrigerering av den fossila CO₂-emissionen från Elproduktion och Fjärrvärme håller på att bli föråldrade och behöver uppdateras. Även de senare årens förändringar i de nationella svenska energiflödena, utnyttjad teknik och prissättning påverkar dessa behov.

Elproduktionsdelen togs fram av SwedPower 2006 och baseras på data från 1990-2004. Detaljerade beräkningar för Fjärrvärmedelen genomfördes av Profu för åren 1990-2008 och därefter har en förenklad regressionsmetodik utnyttjas som baseras på dessa data.