



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för energi och teknik

# Modellering av Uppsala kommuns energisystem och klimatpåverkan – nuläge samt referensscenario och aktörsscenario för år 2020 och år 2030 i LEAP

*Modeling of Uppsala Municipality's Energy  
System and Climate Impact  
– Current state, reference- and actors scenarios  
for years 2020 and 2030 using LEAP*

Simon Larsson



SLU, Sveriges lantbruksuniversitet  
Fakulteten för naturresurser och lantbruksvetenskap  
Institutionen för energi och teknik

Simon Larsson

Modellering av Uppsala kommuns energisystem och klimatpåverkan – nuläge samt referensscenario och aktörsscenario för år 2020 och år 2030 i LEAP

Modeling of Uppsala Municipality's Energy System and Climate Impact – Current state, reference- and actors scenarios for years 2020 and 2030 using LEAP

Handledare: Björn Sigurdsson, Uppsala kommun

Ämnesgranskare: Cecilia Sundberg, institutionen för energi och teknik, SLU

Examinator: Johan Vinterbäck, institutionen för energi och teknik, SLU

TE0012, Projektarbete i energisystem 15 hp, Avancerad A1N, teknik

Civilingenjörsprogrammet i energisystem 300 hp

Projektarbete i energisystem 2012:1

Uppsala 2012

Nyckelord: energi, klimat, Uppsala, LEAP, modellering

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>



## **Sammanfattning**

Sveriges riksdag är övertygad om att utsläppen av växthusgaser måste minska för att människans påverkan på klimatsystemet inte blir farlig (Naturvårdsverket, 2011). I Uppsala har kommunfullmäktige beslutat om att de totala utsläppen av växthusgaser per innevånare ska vara 45 % lägre år 2020 jämfört med år 1990 (Uppsala kommun, 2011e).

För att bland annat kunna utvärdera och utveckla energisystemanalyser har Uppsala kommun, SLU och Vattenfall ett samarbete kring modellering av Uppsalas energisystem och klimatpåverkan.

I detta arbete har programvaran LEAP (the Long range Energy Alternatives Planning system) använts för att utveckla en sådan modell. Modellen innehåller ett nuläge (som speglar Uppsalas energisystem så som det såg ut år 2008-2009), ett referensscenario för möjlig utveckling fram till år 2030, och ett aktörsscenario där specifika åtgärder/mål (från Uppsala kommun och Vattenfall) för att få ned utsläppen av växthusgaser modellerats.

Resultaten från modellkörningen visar att kommunens mål om 45 % mindre per capita utsläpp av CO<sub>2</sub>e år 2020 inte uppnås i vare sig referens- eller aktörsscenario.



## Innehållsförteckning

Figurförteckning .....	5
Tabellförteckning .....	6
Begreppslista .....	7
1. Introduktion .....	8
1.1 Bakgrund .....	8
1.2 Syfte .....	8
1.3 Avgränsningar .....	9
1.4 Metod .....	9
2. Beskrivning av modellen.....	9
2.1 Modelleringsverktyget LEAP .....	9
2.2 Rekommendationer till nya användare .....	11
2.3 Hur modellen över Uppsalas energisystem är uppbyggd.....	11
3. Basåret .....	12
3.1 Efterfrågan.....	12
3.1.1 Hushåll .....	13
3.1.2 Privat sektor.....	15
3.1.3 Offentlig sektor .....	15
3.1.4 Industri .....	16
3.1.5 Jordbruk.....	16
3.1.6 Transport .....	16
3.1.7 Övrigt .....	21
3.2 Omvandling.....	21
3.2.1 Överföring och Distribution .....	22
3.2.2 Fjärrvärmeproduktion.....	22
3.2.3 Fjärrkylproduktion.....	23
3.2.4 Ångproduktion .....	23
3.2.5 Elproduktion.....	23
3.3 Icke-energirelaterade delar .....	24
3.3.1 Akademiska sjukhuset.....	24
3.3.2 Industri .....	24
3.3.3 Lösningsmedel .....	24
3.3.4 Jordbruk.....	24
3.3.5 Avfall och avlopp .....	25

4 Referensscenario 2030 .....	25
4.1 Efterfrågan.....	25
4.1.1 Hushåll .....	25
4.1.2 Privat sektor.....	27
4.1.3 Offentlig sektor .....	29
4.1.4 Industri .....	29
4.1.5 Jordbruk.....	30
4.1.6 Transporter .....	30
4.1.7 Övrigt .....	34
4.2 Omvandling.....	34
4.3 Icke-energirelaterade delar .....	35
4.3.1 Akademiska sjukhuset.....	35
4.3.2 Industri .....	35
4.3.3 Lösningsmedel .....	35
4.3.4 Jordbruk.....	36
4.3.5 Avfall och avlopp .....	36
5 Aktörsscenario.....	37
5.1 Efterfrågan.....	38
5.1.1 Transporter .....	38
5.2 Omvandling.....	38
6. Resultat.....	39
6.1 Energibehov .....	39
6.2 Utsläpp av koldioxidekvivalenter.....	44
7. Slutsats .....	49
8. Diskussion .....	49
8.1 Skillnaden mellan produktion och behov .....	49
8.2 Transporter .....	50
8.2.1 Utveckling utrikes flygresor.....	50
8.2.2 Systemgränsen för trafikarbetet .....	50
8.2.3 Utsläpp av växthusgaser från långväga resande.....	50
9. Förslag på förbättringar .....	51
9.1 Transporter .....	51
9.2 Allmänt.....	51



10. Referenser.....	52
Bilagor.....	55
Bilaga 1. Beskrivning av transportarbetet .....	55
Bilaga 2. Delar som för närvarande inte är aktiva i modellen.....	64
Bilaga 3. Förslag till potentialscenarion.....	66
Bilaga 4. Vattenfalls allokering av tillförd energi på produkter .....	67

## Figurförteckning

Figur 1. Illustration av LEAP .....	10
Figur 2. Antalet fordonskm i inrikes flygtrafik .....	33
Figur 3. Antal avresande passagerare i utrikes flygtrafik.....	34
Figur 4. Utsläpp av växthusgaser från mineralindustrin .....	35
Figur 5. Utsläpp av växthusgaser orsakade av lösningsmedel .....	36
Figur 6. Metangasutsläpp (i ton CO <sub>2</sub> e) från avfallsupplag .....	37
Figur 7. Klimatgasutsläpp (lustgas och metan) från behandling av avloppsvatten och avloppsslam .....	37
Figur 8. Totalt energibehov .....	40
Figur 9. Produktion av fjärrvärme.....	41
Figur 10. Produktion av fjärrkyla .....	41
Figur 11. Produktion av ånga .....	42
Figur 12. Levererad elektricitet .....	42
Figur 13. Totala utsläpp av CO <sub>2</sub> e .....	44
Figur 14. Utsläpp av växthusgaser fördelade på användarkategorier. Referensscenariot.....	45
Figur 15. Utsläpp av växtrhusgaser fördelade på olika användarkategorier. Aktörsscenarioet.	45
Figur 16. Totala utsläpp av CO <sub>2</sub> e från fjärrvärmeproduktion .....	46
Figur 17. Totala utsläpp av CO <sub>2</sub> e från levererad el (från såväl inhemsk produktion som import).....	47
Figur 18. Totala utsläpp av CO <sub>2</sub> e från transporter.....	48

## Tabellförteckning

Tabell 3. Normalårskorrigerad energianvändning till uppvärmning och varmvatten (samt hushållsel) i småhus .....	14
Tabell 4. Normalårskorrigerad energianvändning till uppvärmning (och hushållsel) i flerbostadshus.....	14
Tabell 5. Energianvändningen inom privata lokaler .....	15
Tabell 6. Energianvändningen inom offentliga lokaler.....	16
Tabell 7. Energianvändningen inom industrin .....	16
Tabell 8. Energianvändningen inom jordbruket.....	16
Tabell 9. Utsläppsfaktorer drivmedel.....	17
Tabell 10. Fördelning av fordonskilometer på olika personbilstyper .....	17
Tabell 11. Bränsleförbrukning personbil .....	18
Tabell 23. Uppvärmningssätt befintliga småhus år 2030.....	25
Tabell 24. Uppvärmningssätt befintliga flerbostadshus år 2030.....	26
Tabell 30. Energiebehov referens- och aktörsscenario .....	40
Tabell 31. Förväntad produktion av fjärrvärme, fjärrkyla och ånga samt levererad elektricitet .....	43
Tabell 32. Totala utsläpp och utsläpp per capita av CO <sub>2</sub> e.....	44
Tabell 33. Utsläpp från fjärrvärmeproduktionen.....	46
Tabell 34. Totala utsläpp av CO <sub>2</sub> e från levererad el (från såväl inhemsk produktion som import).....	47
Tabell 35. Utsläpp från persontrafiken (bil, buss och motorcykel).....	48
Tabell 36. Utsläpp från yrkestrafiken.....	48
Tabell 37. Utsläpp från arbetsmaskiner.....	49
Tabell 38. Utsläpp långväga resande.....	49

## **Begreppslista**

Final Energy Intensity - slutlig energianvändning

Environmental Loading – miljöbelastning

Fuel Share – bränsleandel

Feedstock Fuel – bränsleråvara

Output Fuels – utgående energibärare

Co-product - samprodukt

## **1. Introduktion**

I enlighet med FN:s ramkonvention för klimatförändringar har Sveriges riksdag beslutat om att halten av växthusgaser i atmosfären ska stabiliseras på en sådan nivå att människans påverkan på klimatsystemet inte blir farlig. Detta innebär bland annat att den biologiska mångfalden ska bevaras, samtidigt som livsmedelsproduktionen säkerställs och andra mål för hållbar utveckling uppnås. Målet är att den globala medeltemperaturen inte blir mer än 2 °C högre än den förindustriella nivån, och att koncentrationen av växthusgaser i atmosfären på sikt uppgår till max 400 ppm koldioxidekvivalenter (CO<sub>2</sub>e) (Naturvårdverket, 2011).

I Uppsala har kommunfullmäktige beslutat om att utsläppen av växthusgaser år 2020 ska vara 45 % lägre per innevånare än år 1990. Detta för att vara på väg mot det långsiktiga målet om ett maximalt utsläpp om 0,5 ton CO<sub>2</sub>e per innevånare år 2050. Givet att dagens utsläpp ligger omkring 6,8 ton CO<sub>2</sub>e per innevånare, inses att stora åtgärder krävs för att nå de uppsatta målen (Uppsala kommun, 2011e).

### **1.1 Bakgrund**

Uppsala kommun, SLU och Vattenfall har år 2009 och år 2010 haft ett samarbete kring modellering av Uppsala kommuns energisystem och dess klimatpåverkan. I arbetet har bland annat ett nuläge (som avser år 2008-2009) och ett referensscenario samt ett aktörsscenario för år 2020 tagits fram. Referensscenariot speglar en trolig utveckling av energisystemet i enlighet med bland annat trender i nationell energianvändning och lokal utveckling så som det är beskrivet i kommunens översiktsplan (Uppsala kommun, 2011f). Aktörsscenariot visar istället hur utvecklingen blir om vissa lokala aktörer åtar sig specifika åtgärder för att minska sina utsläpp av växthusgaser.

Beräkningarna är utförda av Erik Lantto, tidigare student på civilingenjörsprogrammet i energisystem. Modelleringen är gjord i programvaran LEAP (the Long range Energy Alternatives Planning system) och modellen behandlar det stationära energisystemet, det vill säga el och värme.

### **1.2 Syfte**

Uppsala kommun, SLU och Vattenfall ska fortsätta samarbetet med modellering av Uppsalas energisystem för att bland annat kunna utvärdera och utveckla energisystemanalyser och olika scenarioarbeten.

Syftet med detta arbete har varit att fortsätta utvecklingen av den modell som Erik Lantto tidigare börjat med. Nuläget (basåret) har granskats, dokumenterats och utvecklats, bland annat har transporter inkluderats i modellen.

Utöver detta har ett referensscenario och ett aktörsscenario för år 2020 och år 2030 tagits fram. Målet är att kunna jämföra energianvändningen och utsläppen av växthusgaser inom kommunen för de båda scenarierna med nuläget.

### **1.3 Avgränsningar**

Systemgränsen utgörs av Uppsalas kommungeografiska gräns. Det är endast omvandling, distribution och användning inom kommungränsen som medtages i modellen. Undantaget är klimatutsläpp orsakade av Uppsalabornas långväga resande som också ingår.

I arbetet har livscykelanalys inte använts. Det är endast direkta utsläpp (vid till exempel förbränning av bränslen) som inkluderas i modellen.

### **1.4 Metod**

Genom att använda mig av tillgängligt övningsmaterial lärde jag mig grunderna i hur modelleringsverktyget (LEAP) fungerar. För att få en överblick och förståelse över det dåvarande arbetet (Lantto, 2011) gick jag igenom tillhörande rapport och strukturen i LEAP.

Den data som fanns inlagd i modellen granskades och jämfördes med Erik Lanttos tillhörande rapport (Lantto, 2011). Fel som upptäcktes korrigerades och strukturen i modellen ändrades där detta ansågs lämpligt. Då det inte fanns någon dokumentation som specifikt beskrev den gamla modellen har en sådan påbörjats i detta arbete.

För att gå vidare med modelleringsarbetet samlade jag in statistik och information från bland annat litteratursökningar på internet, telefonkontakt och mejlkontakt.

Eftersom den gamla modellen enbart behandlade det stationära energisystemet har ett större tillägg till modellen gjorts genom att inkludera transporter (persontrafik, yrkestrafik och långväga resande) i denna.

Den äldre versionen hade år 2020 som tidshorisont. I denna modell har tidsperspektivet utökats till år 2030. Två framtidsscenario för detta årtal har tagits fram. Ett referensscenario som speglar en trolig utveckling fram till år 2030 och ett aktörsscenario där specifika åtgärder vidtas för att minska utsläppen av växthusgaser (och energianvändningen) i kommunen. Dessa scenarion har sedan körts i modellen för att modellera skillnaden i energianvändning och växthusgasutsläpp inom kommunen för år 2020 och år 2030 jämfört med basåret.

## **2. Beskrivning av modellen**

I detta avsnitt ges en beskrivning av modelleringsverktyget och modellen.

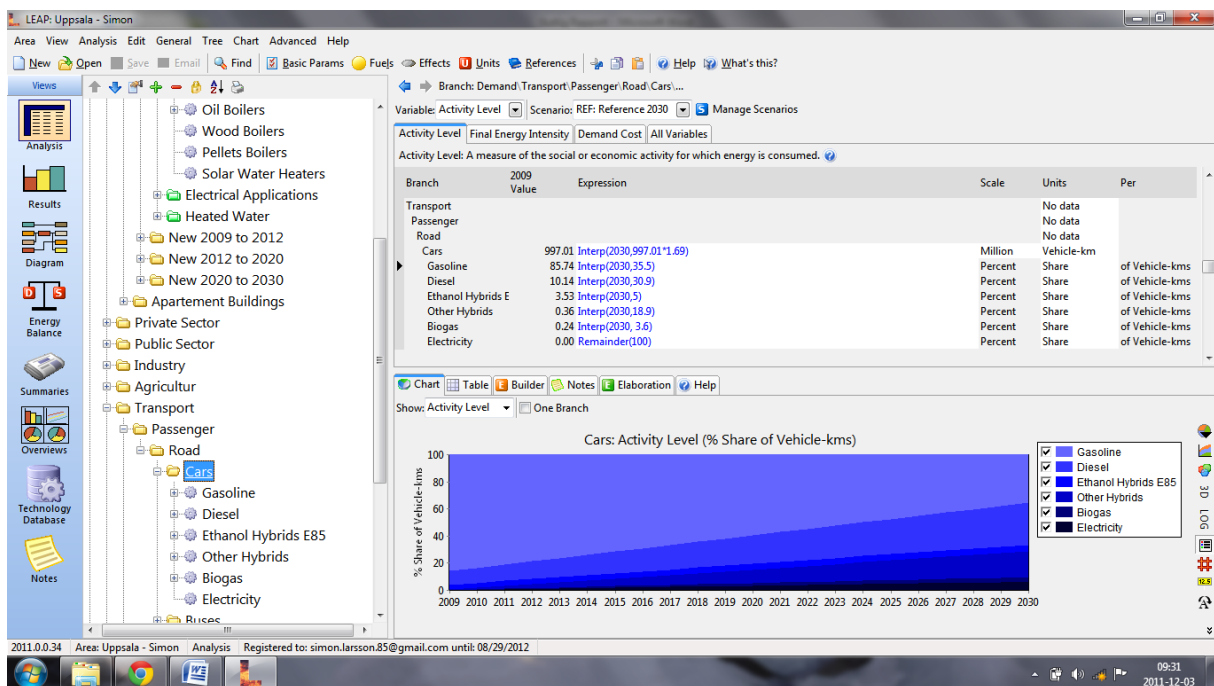
### **2.1 Modelleringsverktyget LEAP**

LEAP, the Long range Energy Alternatives Planning system (COMMEND, 2010), är en programvara utvecklad av SEI (Stockholm Environment Institute). Med LEAP kan man utföra energianalyser och uppskatta växthusgasutsläpp inom exempelvis en stad eller ett land.

Med programmet bygger man upp en egen modell över ett energisystem från grunden. För att göra detta behöver man en viss mängd indata (och ju mer data som finns tillgänglig desto noggrannare analyser kan genomföras). Att genomföra enklare analyser av åtgärder eller förändringar går dock förhållandevis snabbt, då programmet kan utföra simuleringar baserad på en mindre mängd indata.

Den normala arbetsgången är att man börjar med att sätta upp ett basfall, vilket LEAP sedan utgår ifrån i sina simuleringar. Exempel kan vara att man utarbetar och modellerar ett energisystem för en viss stad ett visst år. Utifrån detta basfall ställer man sedan upp olika tänkbara scenarion för framtiden och låter programmet modellera utgången. Ett enkelt exempel på detta kan vara hur energiförbrukningen inom en kommun förändras med en viss befolkningstillväxt. Resultaten från simuleringen ges både i form av siffervärden i tabellform och som olika diagram. Programmet simulerar på årsbasis och är därför mest lämpligt att använda för analyser på längre sikt.

Ett antal fönster används för att användaren skall välja vad man vill arbeta med för tillfället, exempelvis om man vill göra några ändringar i sin modell eller om man vill titta på sina resultat. All data man matar in i LEAP kategoriseras i ett hierarkiskt ”träd”. Detta träd använder man för att organisera och mata in/ändra data. För detta används två olika ”grenar”: *kategori* (kategorier i LEAP betecknas i texten med kursiv stil) och *teknologi*. Själva trädet med sina grenar befinner sig i vänstra delen av skärmen. I den högra delen väljer man istället vilken variabel man vill arbeta med och vilken data man vill ändra eller lägga till. Detta görs under olika flikar som representerar specifika variabler. Den högra delen av skärmen används även för grafisk presentation av till exempel resultat. I figur 1 ges ett exempel över hur programmet kan se ut då man arbetar med det.



Figur 1. Illustration av LEAP

Det finns ett fåtal huvudkategorier man utgår ifrån då man ska mata in ny data. Dessa huvudkategorier är sedan uppdelade i ett flertal underkategorier, som i sin tur innehåller andra underkategorier, och så vidare. Kategorierna innehåller i sig inga data, utan används främst för att organisera och strukturera systemet. Kategorier förekommer i två varianter: kategori och kategori med sammanlagd energiförbrukning. Vilken man väljer beror oftast på vilken

data man har tillgång till när man bygger upp sin modell. Grenen teknologi innehåller själva datan associerad till en specifik teknik. Denna läggs in under en passande kategori.

## **2.2 Rekommendationer till nya användare**

Via COMMEND:s (COMMunity for Energy environment and Development) hemsida kan man ladda ned LEAP. Programmet är gratis att använda för studenter. På hemsidan kan man även hitta en introduktion till LEAP, övningsmaterial, användarmanual, med mera.

De övningar till programmet som finns tillgängliga är bra, men att gå igenom alla kommer att ta flera dagar. En bra introduktion till programmet får man dock genom att göra övning nummer 1 i övningsmaterialet. Den går igenom flera viktiga steg som du behöver kunna för att använda dig av programmet. Övningen tar cirka en arbetsdag att genomföra. Denna tid är väl värd att lägga ned då man kommer igång med programmet på ett snabbt och enkelt sätt.

## **2.3 Hur modellen över Uppsalas energisystem är uppbyggd**

Programvaran LEAP har använts som modelleringsverktyg (COMMEND, 2010). Ett basfall eller *basår* har tagits fram för att använda som referens till olika tänkbara utfall i framtiden. Basåret är idealt år 2009. Valet av basår har flera olika bakgrunder. Vattenfall kunde vid tidpunkten för det första modelleringstillfället (2010) tillhandahålla data avseende produktion för år 2008 och år 2009. Dessa år ansågs även kunna spegla ett slags ”normal år” i produktionen, varför de ansågs väl lämpade att använda som utgångspunkt (i modellen är det alltså ett medelvärde från produktionen år 2008-2009 som används). År 2009 utgör även basår för Uppsala klimatprotokoll (Uppsala kommun, 2011d) och kommunens effektiviseringsarbete. Basåret har även använts för arbetet med kommunens översiktsplan (Uppsala kommun, 2011f).

Ett referensscenario för år 2030 har modellerats fram utgående från basåret. Detta scenario speglar utvecklingen som kan förväntas utifrån nuvarande trender och redan fattade beslut. Scenariot grundar sig på EU-direktiv, nationell lagstiftning, trender i energianvändningen och lokal utveckling såsom beskrivet i Översiktsplan 2010 (Uppsala kommun, 2011f), som har målhorisont 2030.

Även ett aktörsscenario för år 2030 är framtaget. Aktörsscenario utgår från specifika mål uppsatta av lokala aktörer, i nuläget Uppsala kommun och Vattenfall. Anledningen till att ha med ett aktörsscenario är för att visa hur olika aktörers åtgärder som att till exempel minska energianvändningen eller öka andelen förnybara bränslen påverkar utsläppen av växthusgaser och användningen av energi inom kommunen. Syftet är att se om kommunens klimatmål uppnås eller om fler aktörer behöver engageras.

Någon svensk version av LEAP finns inte tillgänglig. Följande beskrivning över systemet är däremot på svenska. Någon större risk för begreppsförvirring föreligger ej. Några begrepp förklaras på sidan 10.



### 3. Basåret

#### 3.1 Efterfrågan

De stora energiförbrukarna inom Uppsala kommun ligger alla grupperade under huvudkategorin *efterfrågan*. Denna är vidare uppdelad i sju underkategorier: *Hushåll, privat sektor, offentlig sektor, industri, jordbruk, transport* och *övrigt*. Valet av kategorier grundar sig på det faktum att SCB, Vattenfall och Energimyndigheten använder sig av samma uppdelning i sin officiella statistik.

I *hushåll* ingår *småhus* och *flerbostadshus* (även fritidshus), i *privat sektor* ingår exempelvis handel, hotell- och restaurangverksamhet samt kontor, i *offentlig sektor* delar såsom utbildning, hälso- och sjukvård, kultur, avlopp och vatten och i *industri* bland annat tillverkningsindustri och viss byggverksamhet. Kategorin *jordbruk* representerar energianvändningen inom jordbruk och skogsbruk, *transporter* energianvändningen relaterad till förflyttning med motoriserade fordon och kategorin *övrigt* representerar sådan energianvändning som inte passar in i någon av ovanstående kategorier, eller där det är oklart vad energin används till.

I tabell 1 redovisas Vattenfalls leverans av fjärrvärme, ånga och fjärrkyla till ovan nämnda kategorier.

**Tabell 1. Leverans av fjärrvärme, ånga och fjärrkyla till olika förbrukarkategorier enligt Vattenfall Heat Uppsala (Lantto, 2011)**

	Totalt	Bostäder	Offentliga lokaler	Övriga lokaler	Industrier	Småhus	Övrigt
	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]
Uppsala	128889	680465	143516	267620	65199	128760	3331
Storvreta	14283	6929	3415	915		3023	
Vänge	2199	1351	561	103		183	
Totalt	130537	688745	147493	268638	65199	131967	3331
Uppsala kyla	25464		6116	1248	18100		
Uppsala ånga	94864			31	94 864		

I tabell 2 nedan visas elanvändningen i Uppsala kommun år 2009. Elanvändningen grundar sig på den årliga statistik som elnätsägare (här Vattenfall eldistribution och Björklinge energi) lämnar in till SCB. I denna statistik är dock elförbrukningen fördelad på 16 olika poster enligt Svensk näringsgrensindelning (SNI). Därför har en ometikettering av statistiken till sektorsnivå såsom det är beskrivet i Klimatkommunernas lathund (Klimatkommunerna, 2011) genomförts.

**Tabell 2. Ometikettering av elnätsägares statistik från Svenskt näringslivsindex till sektorsnivå såsom föreslaget av Klimatkommunerna (Lantto, 2011)**

Sektor	[MWh]	Antal uttagspunkter
Industri = 1, 8:16 och 9:1	163789	1051
Jordbruk = 2, 3	27858	916
Energi = 4, 5, 6	41282	39
Service = 8-8:3, 8:5-8:9, 8:13 och 8:15	553713	7465
Offentlig verksamhet = 8:10-8:12, 8:14 samt 9:2-9:4	438280	5194
Transporter = 7, 8:4	7537	109
Hushåll = 10-15		
–småhus med förbrukning över 10 000 kWh	253170	13945
–småhus med förbrukning om högst 10 000 kWh	63064	10803
–flerbostadshus, direktlev. med förbrukning över 5 000 kWh	21372	3755
–flerbostadshus, direktlev. med förbrukning om högst 5 000 kWh	108206	49718
–flerbostadshus, kollektivleveranser	0	0
Fritidsbostäder	25533	4431
<b>Totalt</b>	<b>1703804</b>	<b>97426</b>

För antaganden om olje- och bibränsleanvändning inom olika kategorier samt antal värmepumpar inom kommunen, se Erik Lanttos rapport *Referensscenario 2020 – Energi och klimat Uppsala kommun* (Lantto, 2011).

Notera även att energi till uppvärmning är graddagskorrigerad.

### 3.1.1 Hushåll

Privata hushåll är uppdelade i *småhus* och *flerbostadshus*. Vid slutet av år 2009 fanns det 27 268 hushåll inom kategorin *småhus* och 62 026 hushåll inom kategorin *flerbostadshus* i Uppsala kommun (Uppsala kommun, 2011b). Energiförbrukningen för bostäder ges i antal kWh per hushåll. Dagens bostadsbestånd hittas i underkategorin *befintliga*.

Byggnadernas energiförbrukning är kategoriserad i delarna *uppvärmning*, *elektriska tillämpningar* (hushållsel) och *varmvatten*. Tabell 3 visar den totala energianvändningen för uppvärmning och varmvatten (samt hushållsel) i kategorin *småhus* under basåret.

**Tabell 3. Normalårskorrigerad energianvändning till uppvärmning och varmvatten (samt hushållsel) i småhus**

	[MWh]
Fjärrvärme	145 236
Bergvärmepump	12 425
Frånluftvärmepump	11 748
Luft-luftvärmepump	12 865
Olja	1 284
Ved	58 926
Pellets	10 725
Direktel	123 899
Solvärme	758
Elpanna	21 047
Totalt	398 914
Hushållsel	144 231

I tabell 4 ges den totala energianvändningen i kategorin *flerbostadshus* under basåret.

**Tabell 4. Normalårskorrigerad energianvändning till uppvärmning (och hushållsel) i flerbostadshus**

	[MWh]
Fjärrvärme	732 069
Elvärme	19 807
Olja	264
Solvärme	254
Summa	752 394
Hushållsel	113 169

Utifrån ovanstående tabeller och totala antalet befintliga hushåll kan man konstatera att ett genomsnittligt småhus förbrukar cirka 14 630 kWh för uppvärmning, och cirka 5 300 kWh hushållsel per år. För flerbostadshus är motsvarande siffror cirka 12 100 kWh, respektive 2 100 kWh per år (Lantto, 2011).

Förbrukningen av varmvatten är schablonmässigt satt till 5 000 kWh/småhus och till 2 203 kWh/lägenhet (Lantto, 2011). Användningen av hushållsel är en schablon som är framräknad efter rekommendationer i Klimatkommunernas lathund för inventering (Klimatkommunerna, 2011). Övrig elanvändning antas vara elvärme (Lantto, 2011). Anledningen till att schabloner används är att det inte går att avgöra hur pass mycket av energianvändningen för uppvärmning som går till varmvatten, och hur mycket av den totala elanvändningen som är hushållsel respektive elvärme.

Energianvändningen anges under fliken *slutlig energianvändning*. Fördelningen (andel av total energianvändning) över använda uppvärmningsteknologier anges under fliken för *bränsleandelar*.

Vid produktion av exempelvis värme och elektricitet sker utsläpp av växthusgaser. För mer information om hur detta tas med i modellen, se avsnittet om *omvandling, fjärrvärmeproduktion*. I denna modell är det enbart oljepannor som ger direkta utsläpp av växthusgaser inom kategorierna hushåll och flerbostadshus. Detta anges under fliken *miljöbelastningsfaktor*.

Användningen av hushållsel ges i kategorin *elektriska tillämpningar*. Denna är uppdelad på matlagning (matlagning, kyl & frys, disk), underhållning (TV, stereo & dyl.), tvätt (tvätt & tork), belysning och övrigt. Hushållens totala elförbrukning och en procentuell fördelning på de olika alternativen anges. Uppdelningen baseras på resultat från en elmätningstudie utförd av Energimyndigheten (Energimyndigheten, 2008).

### 3.1.2 Privat sektor

Kategorin *övriga* representerar den sammanlagda privata sektorn inom Uppsala kommun. Underkategorin *befintliga* används för gruppering av det nuvarande beståndet av lokalyta (med mera) inom kommunen. Fyra olika underkategorier används för olika former av energiförbrukning: *uppvärmning, elektricitet, kyla* och *ånga*. Energiförbrukningen ges som antal kWh per år.

I tabell 5 visas energianvändningen inom privata lokaler i Uppsala kommun (under basåret). Observera att det som benämns *övriga lokaler* i Vattenfalls statistik här avser privata lokaler.

Tabell 5. **Energianvändningen inom privata lokaler**

	Energi [MWh]	Energi till uppvärmning, normalårskorrigerat [MWh]
Fjärrvärme	268 638	289 592
Kyla	1 248	0
Ånga	31	0
El	553 713	0
Olja	43 927	47 353
<b>Totalt</b>	<b>827 235</b>	<b>336 945</b>

Elförbrukningen är inte uppdelad på olika användningsområden, utan anges som en enda total. Anledningen är att det i tillgänglig statistik från elnätsägare inte går att avgöra hur mycket el som exempelvis går åt till uppvärmning, och hur mycket som används till andra ändamål.

### 3.1.3 Offentlig sektor

Nuvarande (basåret) energianvändning ges under kategorierna *övriga, befintliga: uppvärmning, elektricitet* och *kyla*. Elförbrukningen är inte heller här uppdelad på flera områden. Anledningen till detta är densamma som vad som sägs under privat sektor, det är mycket svårt att göra en bra uppskattning av elanvändningen på grund av tillgänglig statistik. Tabell 6 innehåller data om energianvändningen i offentliga lokaler under basåret.

**Tabell 6. Energianvändningen inom offentliga lokaler**

	Energi [MWh]	Energi till uppvärmning, normalårskorrigerat [MWh]
Fjärrvärme	143 516	154 710
Kyla	6 116	0
El	438 280	0
Olja	3 819	4 117
<b>Totalt</b>	<b>369 326</b>	<b>158 827</b>

### 3.1.4 Industri

All data ligger samlad under kategorin *övriga* (med underkategorier). Energiförbrukningen ges i antal kWh per år. Energiförbrukningen är uppdelad på fyra delar: *uppvärmning, elektricitet, kyla* och *ånga*. I tabell 7 visas den totala energianvändningen inom industrin under basåret.

**Tabell 7. Energianvändningen inom industrin**

	Energi [MWh]	Energi till uppvärmning, normalårskorrigerat [MWh]
Fjärrvärme	65199	70285
Kyla	18100	0
Ånga	94864	0
El	163789	0
Biobränsle	38365	41357
Olja	2866	3089
<b>Totalt</b>	<b>395281</b>	<b>114732</b>

### 3.1.5 Jordbruk

Statistik över energianvändning inom jordbruket utgörs endast av elektricitet och olja. Energianvändningen under basåret ges i tabell 8.

**Tabell 8. Energianvändningen inom jordbruket**

	Energianvändning [MWh]	Energianvändning, normalårskorrigerat [MWh]
El	36544	-
Olja	5656	6097
Totalt		

### 3.1.6 Transport

Transportsektorn är uppdelad i tre olika kategorier: *passagerartrafik, fraktrafik* och *långväga resande*. Tåg är än så länge inte med i modellen, varför enbart *vägtrafik* förekommer under kategorierna *passagerartrafik* och *fraktrafik*. I tabell 9 anges de utsläppsfaktorer som används för olika drivmedel i modellen.

**Tabell 9. Utsläppsfaktorer drivmedel**

	CO <sub>2</sub> e (kg/kWh)	CO <sub>2</sub> e (kg/kg)
Bensin (E5)	0,257	
Diesel (5% RME)	0,256	
Etnaol E85	0,053	
Biobränslen (samtliga)	0	
Flygfotogen		3,3
Bunkerolja		3,1

Biobränslen anses förnyelsebara och har därför inga utsläppsfaktorer kopplade till sig. Utsläppsfaktorerna för drivmedel och eldningsolja kommer från KTH och är baserad på Naturvårdsverkets förbränningsvärden (Sigurdson, 2011). Undantagen är utsläppsfaktorn från flygfotogen och bunkerolja som kommer från Nätverket för Transporter och Miljön (NTM, u.å.).

### 3.1.6.1 Passagerartrafik

Passagerartrafiken är uppdelad på tre olika fordonsslag, *bil*, *buss* och *motorcykel*. För var och en av dessa underkategorier anges den tillryggalagda sträckan (under året) som totalt antal fordonskm, det vill säga antalet fordon multiplicerat med den sträcka (i kilometer) som dessa fordon färdas. För biltrafiken är det totala antalet fordonskm cirka 997 000 000 (Bilaga 1). Nedan ges tabeller över fördelningen av dessa fordonskm på olika fordonstyper och bränsleförbrukningen per fordonskm (Bilaga 1). Tabell 10 visar trafikarbetet för personbilar under basåret.

**Tabell 10. Fördelning av fordonskilometer på olika personbilstyper**

Personbil	Andel av fordonskm (%)
Bensin	85,7
Diesel	10,1
Etanol	3,5
Övriga hybrider	0,4
Biogas	0,2
Elbilar	0,004

I tabell 11 visas bränsleförbrukningen för olika typer av personbilar under basåret.

**Tabell 11. Bränsleförbrukning personbil**

Bränsleförbrukning per fordonskm	
Bensin	0,083 l
Diesel	0,068 l
Etanol	0,112 l
Övriga hybrider	0,075 l
Biogas	0,075 m <sup>3</sup>
Elbilar	0,2 kWh

Låginblandning av etanol i bensin och av RME i diesel antas till 5 %. Detta speglas genom att använda motsvarande utsläppsfaktorer för låginblandade bränslen (Bilaga 1).

Totala antalet fordonskm för samtliga bussar uppgår till cirka 22,9 miljoner (Bilaga 1). *Stadsbussarnas* (Gamla Uppsala Buss, GUB) fordon drivs med diesel och biogas. GUB har även bussar för färdtjänst, utbildning och regiontrafik. Tabell 12 visar trafikarbetet, bränsleförbrukningen och utsläppsfaktorer för GUB:s olika typer av bussar under basåret.

**Tabell 12. Data för Gamla Uppsala Buss (Bilaga 1)**

	Fordonskm	Bränsleförbrukning	Utsläppsfaktor (CO <sub>2</sub> e)
Dieslbuss	6696000	0,43 l/km	0,262 kg/kWh
Biogasbuss	2804000	0,586 m <sup>3</sup> /km	0,2816 kg/m <sup>3</sup>

Utsläppsfaktorn för biogas kommer från det faktum att man ibland kör med naturgas i biogasbussarna. I modellen anges detta som en total förbrukning av biogas (de båda gaserna har nästintill samma energiinnehåll), men med en utsläppsfaktor som baseras på den mängd naturgas som använts under basåret.

Det har varit svårt att få tillgång till statistik över *regionbussarna*. För enkelhetens skull antas det därför att allt övrigt trafikarbete för buss utgörs av regiontrafik. Regiontrafiken använder sig nästintill enbart av dieslbussar. Två dieselfordon förekommer, ett med en förbrukning om 4,93 liter/mil, ett annat med en förbrukning om 4 l/mil (Sigurdson, 2011). Det antas därför att den genomsnittliga förbrukningen ligger på 4,5 liter diesel/mil och att utsläppsfaktorn är densamma som för en genomsnittlig dieslbuss i stadstrafiken.

Trafikarbetet för *motorcyklar* ligger omkring 0,97 miljoner fordonskm. Snittförbrukningen ligger på 0,06 l bensin/fordonskm (Bilaga 1).

### Frakttrafik

Frakt antas ske med antingen *lätt* (maxvikt 3 500 kg) eller *tung lastbil*. I tabell 13 ges trafikarbetet och bränsleförbrukningen för yrkestrafiken under basåret.

**Tabell 13. Data yrkestrafiken (Bilaga 1).**

	Fordonskm	Andel av fordonskm (%)	Bränsleförbrukning (l/km)
Lätta lastbilar	88200000		
Bensin		22,6	0,095
Diesel		77,4	0,1
Tunga lastbilar	35200000		
Bensin		1,8	0,32
Diesel		98,2	0,32

Lastbilar som drivs med alternativa drivmedel är mycket ovanliga och står endast för en mycket liten andel av det totala antalet fordonskilometer. Därför bortses alternativa drivmedel hos lastbilar.

### 3.1.6.3 Långväga resande

Denna kategori är till för att uppskatta energiförbrukning och utsläpp relaterade till Uppsalabornas långväga resande. Trafikslag som beaktas är *flyg*, *färja* och *bil* (inkluderande *buss* och *husbil*). Det bortses från resor med tåg eftersom att klimatpåverkan från dessa är så pass begränsad i jämförelse med de övriga trafikslagen.

#### Flyg

För flyget görs en uppdelning beroende på om det är *affärs-* eller *semesterresor* som avses. Dessa är även grupperade i *inrikes-* respektive *utrikesresor*. Utrikesresorna är antingen antagna som *europaresor* eller som *interkontinentala resor*. Dessutom görs en uppdelning mellan charter- och reguljärresor. I tabell 14 nedan visas antal fordonskm och bränsleförbrukning för de olika kategorierna

**Tabell 14. Antal fordonskm och bränsleförbrukning flyg (Bilaga 1)**

Flyg	Antal fordonskm	Bränsleförbrukning (l/km)
Semesterresor		
Inrikes	792 000	4,36
Utrikes	5 637 000	
Europa Charter	1 315 000	4,51
Europa Reguljör	1 514 000	4,51
Interkontinental Charter	464 000	9,03
Interkontinental ReguljärS	2 344 000	9,03
Affärsresor		
Inrikes	85 500	4,36
Utrikes	690 000	
Europa	325 000	4,51
Interkontinental	365 000	9,03

Mängden fordonskm är beräknad utifrån personkilometer och antal personer per fordon (detta gäller även för färja, bil, buss och husbil).



Samtliga kategorier använder sig av flygfotogen som bränsle. Utsläppsfaktorn är 0,226 kg CO<sub>2</sub>e/kWh multiplicerad med en faktor för extra klimatpåverkan på 1,4 för inrikesflyg, respektive 1,8 för utrikesflyg (Sigurdson, 2011). Anledningen till att använda sig av en faktor för klimatpåverkan är att utsläpp vid hög höjd beräknas ha större klimatpåverkan än utsläpp vid marknivå.

## Färja

I kategorin ingår resor till *Finland, Åland, Lettland, Estland och Gotland*. I tabell 15 ges relevant data i tabellform.

**Tabell 15. Antal fordonskm och bränsleförbrukning färja (Bilaga 1).**

Destination	Antal fordonskm	Bränsleförbrukning (ton/km)
Finland	10100	0,044
Åland	11100	0,078
Lettland	10700	0,024
Estland	2700	0,044
Gotland	6100	0,044

I samtliga fall är det antaget att fartygen använder sig av bunkerolja med en utsläppsfaktor på 0,270 kg CO<sub>2</sub>e/kWh förbrukad.

## Bil, buss och husbil

Resorna är uppdelade på *inrikes-* och *utrikesresor*. På grund av tillgänglig data vid modelleringstillfället antas all biltrafik ske med bensin- eller dieselbil, all husbilstrafik med bensin- eller dieselhusbil och all busstrafik med dieselbuss. I tabell 16 nedan ges antal fordonskm och bränsleförbrukning för de olika trafikslagen.

Tabell 16. Antal fordonskm och bränsleförbrukning bil, buss och husbil (Bilaga 1)

	Antal fordonskm	Bränsleförbrukning (l/km)
Inrikes		
Personbil		
Bensin	139 500 000	0,083
Diesel	7 340 000	0,068
Buss		
Diesel	1 800 000	0,4
Husbil		
Bensin	1 500 000	0,13
Diesel	8 0000	0,13
Utrikes		
Personbil		
Bensin	3 420 0000	0,083
Diesel	1 800 000	0,068
Buss		
Diesel	450 000	0,4
Husbil		
Bensin	4 200 000	0,13
Diesel	4 200 000	0,13

## Arbetsmaskiner

Här ges en uppskattning över de totala utsläppen av växthusgaser från arbetsmaskiner inom kommunen. Kategorin omfattar arbetsmaskiner inom jord- och skogsbruk, bygg- och industrisektorn samt hushåll. I Sverige saknas direkta uppgifter över arbetsmaskiners bränsleförbrukning. Emissionerna modelleras därför fram utifrån uppgifter om bland annat bestånd, drifttid och motoreffekt (SMED, 2010).

Totalt motsvarar dessa utsläpp cirka 57 200 ton CO<sub>2</sub>e (RUS, 2011). I modellen anges detta som ett totalt årligt utsläpp under fliken för *miljöbelastningsfaktor*. Utsläppen är ett medelvärde för år 2008 och år 2009.

### 3.1.7 Övrigt

I statistik över fjärrvärme- och oljeförbrukning inom Uppsala kommun finns poster benämnda ”övrigt”. Totalt handlar det om cirka 3 600 000 kWh fjärrvärme och 31 900 000 kWh olja (Lantto, 2011).

## 3.2 Omvandling

Under denna kategori samlas produktionen av fjärrvärme, fjärrkyla, ånga och elektricitet samt distributionen av dessa. Underkategorier är *överföring och distribution, fjärrvärmeproduktion, fjärrkylaproduktion, ångproduktion* och *elproduktion*. I Bilaga 4 hittas detaljerad information om energianvändningen i Vattenfalls anläggningar i Boländerna

I tabell 17 ges utsläppsfaktorerna från Vattenfall Heat Uppsalas anläggningar i Boländerna.

Tabell 17. Utsläppsfaktorer Vattenfall Heat Uppsala (Lantto, 2011)

Totalt	CO <sub>2</sub> e (kg/MWh)
Olja	270,07
Torv	352,73
Avfall	66,68

Utsläppsfaktorn för eldningsolja i bostäder är satt till 0,27 kg/kWh (Lantto, 2011).

### 3.2.1 Överföring och Distribution

Denna kategori är till för att beskriva förlusterna i själva överföringen av energibärarna. I tabell 18 ges distributionsförlusterna. Förlusterna i överföringen av fjärrvärme, fjärrkyla och ånga är beräknad utifrån levererad energi/producerad energi (Bilaga 4). Förlusterna i elnätet (transformering och transferering) är antagna till 4 % (Karlsson, 2011).

Tabell 18. Överföringsförluster energibärare

	Överföringsförluster (%)
Fjärrvärme	11,5
Fjärrkyla	6,2
Ånga	20
Elektricitet	4

### 3.2.2 Fjärrvärmeproduktion.

Fjärrvärmeproduktionen består av två underkategorier: *utgående produkt* och *processer*. *Utgående energibärare* representerar det som skapats i processen, det vill säga värme.

Under kategorin *processer* ligger de olika producenterna av fjärrvärme och närvärme. Dessa består av Vattenfalls anläggning i *Boländerna*, och närvärme från anläggningarna i Storvreta och i Vänge (*Övriga*).

Verkningsgraden för Vattenfalls anläggning i Boländerna är cirka 88,4 % (beräknad utifrån producerad energi/tillförd energi) och produktionen uppgår till cirka 1 500 000 MWh (Bilaga 4). För närvärmeanläggningarna är verkningsgraden 73 % och produktionen cirka 16 448 MWh (Lantto, 2011).

Under kategorin för *bränsleråvara* ligger de bränslen som används för att producera fjärrvärme i Uppsala. I tabell 19 visas de bränslen (med andel av produktionen) som används inom fjärrvärmeproduktionen i Boländerna.

Tabell 19. Bränslen och andelar för fjärrvärme (Karlsson, 2011). Se även bilaga 4

	Andel (%)
Avfall	54
Torv	34,2
El	5,73
Olja	2,4
Spillvärme	1,99
Ved	1,74

### 3.2.3 Fjärrkylproduktion

Strukturen är densamma som för fjärrvärmeproduktion. Två underkategorier: *utgående energibärare* och *processer*.

Verkningsgraden är cirka 121,5 % och historisk produktion cirka 29 600 000 kWh (Bilaga 4). I tabell 20 ges de bränslen (och deras andelar) som används för att producera fjärrkyla.

Tabell 20. Bränslen och andelar för fjärrkyla (Karlsson, 2011). Se även bilaga 4

	Andel (%)
Avfall	81,2
El	18,3
Olja	0,3
Ved	0,11

### 3.2.4 Ångproduktion

Verkningsgraden är cirka 73.9 % och historisk produktion cirka 109 500 000 kWh (Bilaga 4). I tabell 21 ges de bränslen (och deras andelar) som används för att producera ånga.

Tabell 21. Bränslen och andelar för ånga (Karlsson, 2011). Se även bilaga 4

	Andel (%)
Avfall	95,9
El	3,5
Olja	0,5
Ved	0,1

### 3.2.5 Elproduktion

Två av Vattenfalls anläggningar i Boländerna är kraftvärmeverk. Detta innebär att anläggningarna producerar både el och värme. I LEAP går detta att simulera genom att ange en *samprodukt* till den utgående energibäraren. Problemet är att samprodukten (i detta fall elektricitet) skulle få samma utsläppsfaktor och bränslemix som fjärrvärme (eller för den delen avfall), något som inte stämmer överens med verkligheten. Fjärrvärme produceras i 5 olika anläggningar, medan elproduktion enbart förekommer i två av dessa.

Problemet med att elektriciteten som används inom Uppsala produceras både inom och utanför kommunen kringgås genom att slå samman lokal produktion (cirka 212 000 MWh per år) med import (cirka 1 704 000 MWh per år), och sedan använda en gemensam

utsläppsfaktor. Utsläppsfaktorn är uträknad till 0,136 kg CO<sub>2</sub>e/kWh (Lantto, 2011), detta kan jämföras med utsläppsfaktorn för Nordisk elmix: 0,104 kg CO<sub>2</sub>e/kWh (Sigurdson, 2011). Utsläppsfaktorn speglar alltså utsläppen av växthusgaser från produktion av elektricitet såväl inom som utanför kommungränsen. I tabell 22 visas utsläppsfaktorerna för Nordisk elmix, lokalt producerad el i Boländerna och den framräknade elmixen.

Tabell 22. Utsläppsfaktorer elmix

	CO <sub>2</sub> e (kg/kWh)
Nordisk elmix	0,104
Uppsalael	0,396
Antagen uppsalamix	0,136

### 3.3 Icke-energirelaterade delar

Denna kategori är till för att redovisa utsläpp av icke-energirelaterade växthusgaser. Underkategorier är *Akademiska sjukhuset, industri, lösningsmedel, jordbruk samt avfall och avlopp*.

Uppsala kommun använder sig av SMED (Svenska MiljöEmissionsData) för data på icke-energirelaterade växthusgasutsläpp inom kommunen (Sigurdson, 2011). Utsläppen avser medelvärden från år 2008 och år 2009.

#### 3.3.1 Akademiska sjukhuset

*Akademiska sjukhuset* använder sig av lustgas vid exempelvis förlossningar och operationer. Totala utsläpp 2008 uppgick till cirka 1 246 ton CO<sub>2</sub>e (Hållbarhetsportalen, 2011).

#### 3.3.2 Industri

Kategorin *industri* tar hänsyn till processrelaterade utsläpp av växthusgaser (mineralindustri) och fluorerande gaser (kylutrustning, isolering, mm). Utsläppen motsvarar cirka 2 400 ton CO<sub>2</sub>e, respektive 9 400 ton CO<sub>2</sub>e (RUS, 2011).

#### 3.3.3 Lösningsmedel

*Lösningsmedel* representerar utsläpp av växthusgaser relaterade till användning av exempelvis avfettningsmedel, färgproduktion och för bruk inom kemtvätt. Totalt handlar det om cirka 3 300 ton CO<sub>2</sub>e (RUS, 2011).

#### 3.3.4 Jordbruk

Inom *jordbruket* förorsakar djurhushållning (tarmgaser och gödsel) och markanvändning (lustgasbildning vid nitrifikation och denitrifikation) ganska stora utsläpp av klimatgaser. Utsläppen är i storleksordningen 26 100 ton CO<sub>2</sub>e för idisslare, 11 500 ton CO<sub>2</sub>e för gödsel och 75 500 ton CO<sub>2</sub>e för markanvändning (RUS, 2011).

### 3.3.5 Avfall och avlopp

Kategorin *avfall och avlopp* hanterar utsläppen från avfallsupplag och rening av avloppsvatten (metan och lustgas). Bidraget är cirka 7 800 ton CO<sub>2</sub>e, respektive 7 300 ton CO<sub>2</sub>e (RUS, 2011).

## 4 Referensscenario 2030

Referensscenariot speglar en trolig utveckling fram till 2030. Scenariot är bland annat baserat på energimyndighetens långtidsprognos, Uppsala kommuns översiktsplan och olika EU-direktiv.

### 4.1 Efterfrågan

#### 4.1.1 Hushåll

##### Befintliga bostäder

Effektiviseringstakten (för uppvärmning) inom det befintliga bostadsbeståndet antas vara 0,3 % per år inom småhus och 0,2 % per år inom flerbostadshus (Energimyndigheten, 2011). Dock kommer samtidigt den befintliga ytan att öka på grund av tillbyggnationer i det befintliga beståndet. Den förväntade tillbyggnadstakten (med avdrag för rivningar) antas vara 0,05 % per år för både småhus och flerbostadshus (Energimyndigheten, 2011).

Utifrån vad som sägs ovan räknas en total effektiviseringsfaktor för uppvärmning fram. För småhus sätts denna till  $(1 - (1-0.003)*(1+0.0005))*100 = 0,25$  % (per år). Motsvarande för flerbostadshus blir  $(1 - (1-0.002))*(1+0.0005))*100 = 0,15$  % (per år).

Antaganden för befintliga småhus: Olje- och elpannor fasas ut till förmån för pelletspannor och olika värmepumpar. Detta är klart år 2020. Vedpannedelen är oförändrad. Direktverkande el ersätts till en tredjedel fram till år 2030. Detta görs med värmepump och till en viss del med när/fjärrvärme. Solvärmen tredubblas sin andel. I tabell 23 visas fördelningen på olika uppvärmningssätt år 2030 i befintliga småhus.

Tabell 23. Uppvärmningssätt befintliga småhus år 2030

	[Procent]
Fjärrvärme	39
Bergvärmepump	6,2
Frånluftvärmepump	5
Luft-luftvärmepump	7
Olja	0
Ved	14,8
Pellets	7,4
Direktel	20
Solvärme	0,6
Elpanna	0
Totalt	1

Antaganden för befintliga flerbostadshus: Solvärme tredubblar sin andel. Olja är urfasad år 2020, direktverkande el år 2030. Dessa ersätt med bergvärme. I tabell 24 visas fördelningen på olika uppvärmningssätt år 2030 i befintliga flerbostadshus.

**Tabell 24. Uppvärmningssätt befintliga flerbostadshus år 2030**

	[Procent]
Fjärrvärme	97,4
Bergvärmepump	2,48
Olja	0
Direktel	0
Solvärme	0,12
Totalt	1

### **Tillkommande bostäder**

År 2030 beräknas det bo cirka 50 000 fler människor i Uppsala kommun än vad det gör idag (Uppsala kommun, 2011a). Med en genomsnittlig hushållsstorlek på cirka 2,1 personer inom kommunen, innebär detta att det bör beredas utrymme för cirka 25 000 nya bostäder fram till 2030 (Uppsala kommun, 2011f). Dagens uppskattning är att utbyggnaden blir 16 453 lägenheter och 8 072 småhus (Carlén, 2011).

Den genomsnittliga ytan för en lägenhet i ett flerbostadshus inom Uppsala kommun är 73,4 m<sup>2</sup>. För ett småhus är motsvarande 152,6 m<sup>2</sup> (Lantto, 2011). Samma genomsnittliga yta antas för nya bostäder.

I tabell 25 nedan presenteras Boverkets krav på specifik energianvändning i nya bostäder. I kravet på energianvändning ingår köpt energi för uppvärmning, kyla, tappvarmvatten och fastighetsenergi. Hushållsel ingår alltså inte i kravet på specifik energianvändning i en bostad.

**Tabell 25. Boverkets krav på nybyggda bostadshus (Boverket 2011a, Boverket 2011b, Energimyndigheten 2010b)**

	Nuvarande (kWh/m <sup>2</sup> )	2012 (kWh/m <sup>2</sup> )	2020 (kWh/m <sup>2</sup> )
Elvärmd	55	55	30
Övriga	110	90	55

1 januari 2012 skärps kraven för icke elvärmda bostäder (Boverket, 2011b). Från och med år 2020 ska alla nya byggnader vara så kallade *nära-nollenergibyggnader* enligt EU-direktiv. Energimyndigheten (Energimyndigheten, 2010b) har utifrån detta direktiv arbetat fram en bedömning baserad på dagens marknadsläge och uppskattad teknikutveckling.

I ett befintligt småhus utgör varmvatten 34,2 % av totala energiförbrukningen. För ett flerbostadshus är motsvarande siffra 18,3 %. Samma förhållande antas gälla i nybyggnationerna. Det antas att effektiviseringstakten för nybyggnationer är densamma som för befintliga byggnader.

Användningen av hushållsel antas öka något under perioden. Ökningen blir dock blygsam: 1,6 % totalt. Anledningen till utvecklingen är dels att apparater blir mer energieffektiva, dels att

vi använder oss utav allt fler apparater i vardagen (Energimyndigheten, 2011). Fördelningen på olika sysslor (matlagning, med mera) antas vara densamma som under basåret.

De senaste åren har drygt 80 % av befolkningstillväxten skett i staden (Uppsala kommun, 2011f). Därför görs ett antagande om att cirka 80 % av nytilkommande bostäder uppförs inom stadsgränsen (och därför har tillgång till fjärrvärme), och att resterande bostäder byggs i andra delar av kommunen. Rimligtvis borde även förhållandet mellan småhus och flerbostadshus skilja sig åt inom och utanför stadsgränsen. Utifrån detta antas det att 95 % av de tillkommande flerbostadshusen och 50 % av de tillkommande småhusen uppförs inom staden.

An småhusen som uppförs inom staden antas hälften ansluta sig till fjärrvärmenätet, medan resterande småhus förlitar sig på biomassa (exempelvis pelletspanna) eller värmepump (bergvärme, frånluft, med flera) för uppvärmning (50/50 förhållande). Av hus som uppförs utanför staden antas ena hälften värmas med värmepump, och andra hälften av biomassa. Detta innebär att 37,5 % av de nytilkommande husen värms med el, varför kravet på energianvändning blir det strängare alternativet. Fjärrvärme och biomassa får en total andel på 25 %, respektive 37,5 %.

All uppvärmning i nytilkommande flerbostadshus inom stadsgränsen antas ske med fjärrvärme. För flerbostadshus som uppförs utanför staden antas uppvärmning via bergvärme.

#### **4.1.2 Privat sektor**

##### **Befintligt bestånd**

Effektiviseringstakten (för uppvärmning) bedöms vara 0,2 % per år. Ingen ökning eller minskning av yta (genom tillbyggnation eller rivning) i det befintliga beståndet är förväntat. (Energimyndigheten, 2011). Alltså sätts den totala effektiviseringsfaktorn för uppvärmning till 0,2 % per. Vad gäller övriga delar (fjärrkyla och ånga, ej el) görs ett antagande om att effektiviseringstakten är densamma som för uppvärmning.

All olja fasas ut och ersätts med biobränsle i form av pellets fram till år 2020 (Lantto, 2011). Vid konvertering från oljepanna till biomassa har en verkningsgrad om 85 % för oljepannan och 80 % för pellets pannan använts (Lantto, 2011). Eftersom det inte går att avgöra hur mycket av elförbrukningen som avser el för uppvärmning respektive el för andra ändamål, antas det att elförbrukningen ligger kvar på en konstant nivå fram till 2030.

##### **Tillkommande ytor**

I kommunens översiktsplan (Uppsala kommun, 2011f) framgår att det behövs ytterligare 100 000 – 150 000 m<sup>2</sup> lokalyta inom handeln, och 200 000 – 250 000 m<sup>2</sup> lokalyta till kontor fram till år 2030. Det antas att samtlig yta inom handeln och hälften av kontorsytan tillfaller den privata sektorn. Totala behovet av nytilkommande yta blir då  $125\,000 + 225\,000/2 = 237\,500$  m<sup>2</sup> (avser medelvärde av det tänkta behovet). I kommunens underlag till översiktsplanen (Uppsala kommun, 2009a) framgår även att 98 % av kontorsytan och 95 % av handelsytan uppförs inom staden. Utifrån detta antas det att 3,5 % av de totala nytilkommande ytorna uppförs utanför staden.



För antagande om utbyggnadstakt, se vad som sägs under avsnittet för *hushåll*. Tabell 26 visar Boverkets krav på specifik energianvändning i nya lokaler.

**Tabell 26. Boverkets krav på nybyggda lokaler (Boverket 2011a, Boverket 2011b, Energimyndigheten 2010b)**

Krav nybyggnationer			
	Nuvarande (kWh/m <sup>2</sup> )	2012 (kWh/m <sup>2</sup> )	2020 (kWh/m <sup>2</sup> )
Elvärmd	55	55	30
Övriga	100	80	50
Med antaget tillägg			
Elvärmd	70	70	35
Övriga	120	100	60

Ett tillägg på högst 45 kWh/m<sup>2</sup> får göras för lokaler där uteluftsflödet av hygieniska skäl är förhöjt (Boverket, 2011a). Därför får alla icke elvärmda lokaler ett antaget tillägg om 20 kWh/m<sup>2</sup> och elvärmda lokaler ett antaget tillägg om 15 kWh/m<sup>2</sup>.

I enlighet med EU-direktivet om nära-nollenergihus år 2020 skärps kravet på högsta tillägg för hygienluftflöde. För en icke elvärmd lokal ändras detta till 25 kWh/m<sup>2</sup> och för en elvärmd lokal till 15 kWh/m<sup>2</sup> (Energimyndigheten, 2010b). Det antas därför att icke elvärmda lokaler som uppförs efter år 2020 får ett tillägg om 10 kWh/m<sup>2</sup>. För elvärmda lokaler är motsvarande siffra 5 kWh/m<sup>2</sup>.

Kraven antas gälla för samtliga nytillkommande lokalytor. Detta avser såväl privata- som offentliga lokaler och ytor inom industrin. Utöver detta tillkommer sådan el som inte räknas som fastighetsel.

Det antas att alla lokaler som uppförs utanför staden använder sig av elvärme (bergvärme eller någon annan form av värmepump). Av lokaler som tillkommer inom staden görs ett antagande om att 70 % värms med fjärrvärme och resterande med elvärme. Detta innebär att av den totala tillkommande ytan värms 67,5 % med fjärrvärme och resterande med elvärme.

Dagens privata lokaler (vad avser kontor, skolor och vårdlokaler) har en energiförbrukning på cirka 200 kWh/m<sup>2</sup> (avser hela Sverige). Fördelningen på olika användningsområden skiljer sig dock åt beroende på vilken typ av lokal som studeras (Energimyndigheten, 2010a). I tabell 27 visas energiförbrukningen i olika typer av lokaler.

**Tabell 27. Uppmätt energianvändning i lokaler (Energimyndigheten 2010a)**

	Energiförbrukning (kWh/m <sup>2</sup> )				
	Fastighetsel	El för uppvärmning	Övrig el	Uppvärmning	Kyla
Kontor	46	9	47	91	2
Skolor	41	16	27	136	0
Vård	47	5	31	132	3

Det antas att fördelningen inom nytillkommande ytor (inom privat sektor) är densamma som för dagens kontor. Exempel: Om kravet är 100 kWh/m<sup>2</sup> går  $(100/(100+46+2))*100 = 68$  % till

energi för uppvärmning,  $(46/(46+100+2))*100 = 31 \%$  till fastighetsel och resten (1 %) till energi för kyla.

Förbrukningen av ånga antas till noll i nytillkommande lokaler. Övrig elanvändning uppskattas till  $46 \text{ kWh/m}^2$  enligt vad som visas i ovanstående tabell.

### **4.1.3 Offentlig sektor**

#### **Befintligt bestånd**

Effektiviseringstakten (för uppvärmning) antas vara 0,2 % per år. Ingen ökning eller minskning av yta i det befintliga beståndet är förväntat (Energimyndigheten, 2011). Alltså sätts den totala effektiviseringsfaktorn för uppvärmning till 0,2 % per år. Vad gäller övriga delar (fjärrkyla, ånga, ej el) görs ett antagande om att effektiviseringstakten är densamma som för uppvärmning, det vill säga 0,2 % per år.

All olja fasas ut och ersätts med biobränsle i form av pellets till år 2020 (Lantto, 2011). Eftersom det inte går att avgöra hur mycket av elförbrukningen som avser el för uppvärmning respektive el för andra ändamål, antas det att elförbrukningen ligger kvar på en konstant nivå fram till 2030.

#### **4.1.3.2 Tillkommande ytor**

I kommunens översiktsplan (Uppsala kommun, 2011f) framgår att det behövs ytterligare  $100\,000 \text{ m}^2$  lokalyta till offentlig service. Dessutom tillkommer  $112\,500 \text{ m}^2$  kontorsyta. I kommunens underlag till översiktsplanen (Uppsala kommun, 2009a) framgår även att 98 % av kontorsytan och 90 % av ytan till offentlig service byggs inom staden. Det antas därför att 6 % av de totala nytillkommande ytorna uppförs utanför staden. För antagande om utbyggnadstakt, se vad som sägs under avsnittet för *hushåll*.

Fördelningen av den specifika energianvändningen inom nya lokaler antas till ett medelvärde av dagens skolor och vårdlokaler. Exempel: Om kravet är  $100 \text{ kWh/m}^2$  utgör uppvärmning 75 %, fastighetsel 23 % och energi till kyla 2 % .

Förbrukning av ånga antas till noll för nytillkommande ytor. Övrig el sätts till  $29 \text{ kWh/m}^2$ .

Det antas att alla lokaler som uppförs utanför staden använder sig av elvärme (bergvärme eller någon annan form av värmepump). Av lokaler som tillkommer inom staden görs ett antagande om att 70 % värms med fjärrvärme och resterande med elvärme. Detta innebär att av den totala tillkommande ytan värms 66 % med fjärrvärme och resterande med elvärme.

För krav på specifik energianvändning, se avsnittet för *privat sektor*.

### **4.1.4 Industri**

#### **4.1.4.1 Befintligt bestånd**

Effektiviseringstakten (för uppvärmning) antas vara 0,2 % per år. Ingen ökning eller minskning (genom tillbyggnation eller rivning) av yta i det befintliga beståndet är förväntat (Energimyndigheten, 2011). Alltså sätts den totala effektiviseringsfaktorn till 0,2 % per år för

uppvärmning Vad gäller övriga delar (fjärrkyla och ånga, ej el) görs ett antagande om att effektiviseringstakten är densamma som för uppvärmning, det vill säga 0,2 % per år.

All oljeanvändning är borta år 2020. Den fasas ut och ersätts med biobränsle i form av pellets (Lantto, 2011). Elanvändningen inom industrin ökar i Sverige. En orsak till detta är ekonomisk tillväxt, vilket leder till ökad produktion och därför till ett ökat elbehov. Totalt ökar elanvändningen med 6 % inom industrin (Energimyndigheten, 2011). Detta antas även för sektorn *industri* i denna modell

### **Tillkommande ytor**

I kommunens översiktsplan (Uppsala kommun, 2011f) framgår att det behövs ytterligare 300 000-500 000 m<sup>2</sup> lokalyta för industrilokaler. Det antas därför att 400 000 m<sup>2</sup> lokalyta uppförs till 2030. I kommunens underlag till översiktplanen (Uppsala kommun, 2009a) framgår även att ena hälften av den nytillkommande ytan byggs utanför staden, och att den andra hälften uppförs inom staden. För antagande om utbyggnadstakt, se vad som sägs under avsnittet för *hushåll*.

Fördelningen av den specifika energianvändningen för värme, el och kyla sätts till densamma som för offentliga lokaler (i brist på bättre data). Se avsnittet om *offentliga lokaler* för detaljer. Det antas att samtliga industrier som uppförs i staden använder sig av fjärrvärme för uppvärmning, medan de som uppförs utanför staden förlitar sig på elvärme. Industrier som uppförs utanför staden kan av naturliga skäl inte använda sig av ånga eller av fjärrkyla.

För antagande om krav på specifik energianvändning, se avsnittet för privat sektor.

Dagens befintliga industrier inom Uppsala kommun använder sig årligen av cirka 80 kWh ånga/m<sup>2</sup> och av cirka 139 kWh el/m<sup>2</sup> (total befintlig industriyta uppgår till 1 180 721 m<sup>2</sup> enligt officiell statistik). Det antas att nytillkommande industrier innanför stadsgränsen använder sig av lika mycket ånga som dagens industribestånd. Industrier inom stadsgränsen antas dessutom vara mer energiintensiva än industrier som uppförs i någon annan del av kommunen (Lantto, 2011). Dessa industrier antas därför använda sig av lika mycket el (med avdrag för fastighetsel) som dagens industrier. För eluppvärmda lokaler utanför stadsgränsen görs ett antagande om att den befintliga elanvändningen på 139 kWh/m<sup>2</sup> täcker både behovet för uppvärmning och övrigt elbehov.

#### **4.1.5 Jordbruk**

Liksom för offentlig- och privat sektor antas det att all olja fasas ut och ersätts med biobränsle i form av pellets till år 2020 (Lantto, 2011). Samtidigt sker en effektivisering med 0,2 % per år.

#### **4.1.6 Transporter**

##### **Personbilar och motorcyklar**

Konsultbolaget WSP (Williams Sayles Partnership) har på uppdrag av energimyndigheten skapat en bilparksmodell som används i deras långtidsprognos. Modellen visar att det totala

antalet bilfordon i Sverige kommer att öka med cirka 15 % från 2010 till 2030 (Grahm & Hansson, 2009).

I bilparksmodellen är det dock utvecklingen av fordonsparken som är det intressanta. I tabell 28 visas den antagna sammansättningen av fordonsparken år 2030.

**Tabell 28. Fordonspark personbilar år 2030**

Fordon	Fordonspark 2030
	Andel (%)
Bensin	35,5
Diesel	30,9
FFV	5,00
Elhybrid	18,9
Elbil	6,1
Gasbil	3,6

WSP:s modell av bilparken år 2030 har dock justerats något. Anledningen är att nybilsförsäljningen av etanolbilar rasat de senaste åren. Folk väljer istället bränslesnåla dieslbilar (Trafikanalys, 2011a). FFV-bilar ska enligt WSP utgöra 21,4% av fordonsflottan år 2030. I modellen antas istället att andelen FFV-bilar uppgår till 5 % år 2030, och att dieslbilar samt hybrider delar lika på den bit som blir över.

WSP har även utfört trafikanalyser åt Uppsala kommun. Analyserna är genomförda med trafikmodellen LuTRANS. I WSP:s modelleringsarbete är bedömningen att persontrafikarbetet kommer att öka med 69 % fram till 2030 om inga specifika åtgärder för att minska biltrafiken genomförs (Uppsala kommun, 2009b). Det antas därför att trafikarbetet för personbil ökar med 69 % fram till år 2030.

WSP har även använt sig av LuTRANS för att modellera framtida bränsleförbrukning hos personbilar (WSP, 2008). Modelleringen har 2020 som slutår. WSP gör dock en framskrivning av resultaten till år 2040. Med detta i bakgrunden görs ett antagande om att drivmedelsförbrukningen år 2030 ligger mittemellan WSP:s modell för år 2020 och framskrivningen till år 2040. Elförbrukningen för elbilar modelleras inte av WSP. Därför görs ett enkelt antagande om att de följer samma utveckling som laddhybrider. I tabell 29 visas bränsleförbrukningen hos personbilar år 2020 och år 2030.

**Tabell 29. Modellerad minskning i drivmedelsförbrukning för personbil (WSP 2008)**

	Minskning i drivmedelsförbrukningen (%)	
	2020	2030
Bensin	6	19
Diesel	24	33
Elhybrid	21	25
Etanol	26	38
Gas	14	18
Elbil	21	25

Vad gäller motorcyklar görs ett antagande om att trafikarbetet ökar i lika hög grad som befolkningsökningen, det vill säga med 26 % fram till år 2030. Energieffektiviseringen antas vara densamma som för bensinbil.

### **Tunga och lätta lastbilar samt bussar**

Statens institut för kommunikationsanalys (SIKA, numera Trafikanalys) har på uppdrag av regeringen redovisat prognoser för framtida godstransporter (SIKA, 2000). I den senaste prognosen från år 2000 beräknas transportarbetet för lastbil att öka med 1,7 % per år mellan år 2010 och år 2025, och därefter med 0,5 % per år. Prognosen avser hela Uppsala län, men det antas att den är representativ för Uppsala kommun och därför även för denna modell.

I en avhandling från år 2005 beskriver Jonas Åkerman och Mattias Höjer, forskare på KTH, vad man ska göra för att lyckas uppnå ett hållbart transportsystem till år 2050 (Åkerman och Höjer, 2005). I rapporten dras slutsatsen att drivmedelsförbrukningen för tunga fjärrlastbilar minskar med 30 % fram till 2050 jämfört med år 2000. Motsvarande reduktion för tunga distributionslastbilar är 40 % och för lätta bensinlastbilar 45 %. I dessa siffror ingår bland annat viss hybridisering av distributionslastbilar. Eftersom att det inte går att avgöra hur stor del hybridisering har av den totala potentialen, antas det att drivmedelsreduktionen gäller för diesel- och bensinlastbilar, samt att det inte införs några hybridfordon i lastbilsflottan fram till år 2030.

Det görs även ett antagande om att 2/5 av den fastställda drivmedelsreduktionen sker mellan år 2010 och år 2030. För tunga lastbilar görs ett antagande om att drivmedelreduktionen blir ett medelvärde mellan fjärrlastbil och distributionslastbil. För lätta diesellastbilar görs ett antagande om att de följer utvecklingen för tunga lastbilar.

I samma avhandling fastslår Åkerman och Höjer att drivmedelförbrukningen för en genomsnittlig långfärdsbuss (> 100 km) minskar med 40 % fram till år 2050 jämfört med år 2000. Motsvarande för övriga bussar (<100 km) är 60 %. På samma sätt som för lastbilar görs ett antagande om att den totala reduktionen är ett medelvärde mellan de två busskategorierna, och att 2/5 av drivmedelsminskningen sker mellan år 2010 och år 2030.

Vad gäller trafikarbetet för bussar görs ett antagande om att det ökar i samma takt som befolkningen. Detta innebär en total ökning om 26 % fram till år 2030.

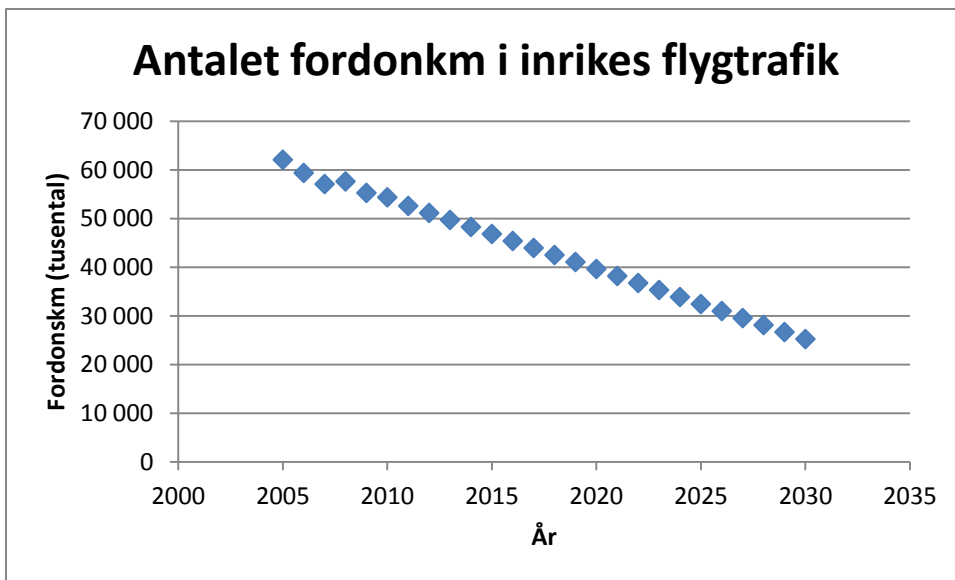
### **Arbetsmaskiner**

I utsläppen från arbetsmaskiner ingår exempelvis jordbrukets arbetsmaskiner och sådana som används vid vägbyggen och vid konstruktionsarbeten. En linjär utveckling av växthusgasutsläppen från arbetsmaskiner inom kommunen baserad på åren 2005-2009 (RUS, 2011) skulle ge en ökning i utsläppen om 98,5% till 2030. Dessa siffror bedöms vara för stora. Därför görs ett antagande om att utsläppen ökar i lika hög grad som befolkningen. Detta innebär att utsläppen ökar med 26 % fram till år 2030.

## Långväga resande

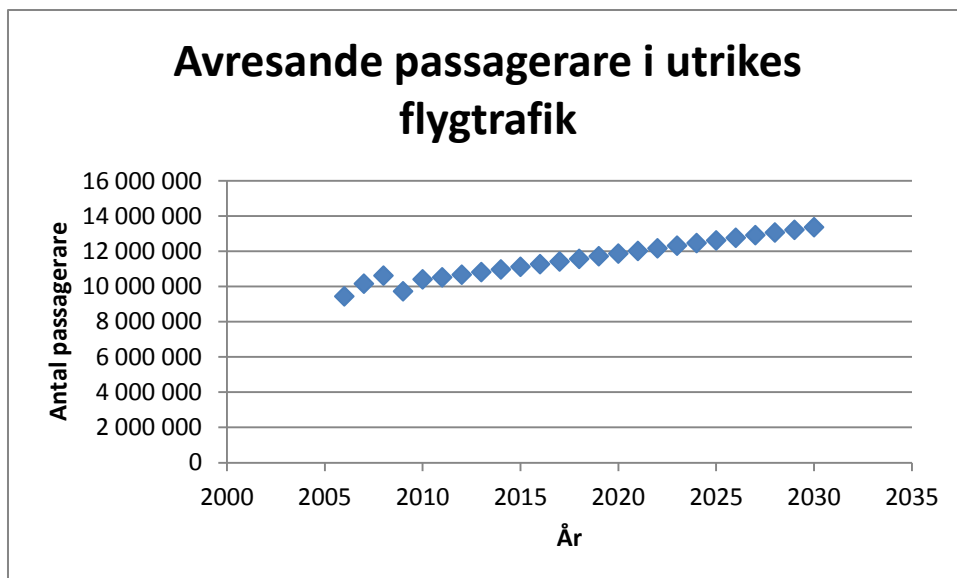
Energieffektiviseringen av flyget förs ständigt framåt då bränsle är en av flybolagens största enskilda kostnader. Av denna effektivisering märks dock ingenting ur klimatsynpunkt, eftersom resorna hela tiden ökar. Enligt Åkerman och Höjer (Åkerman & Höjer, 2005) kommer flyget att minska sin drivmedelsförbrukning per passagerarkilometer (och per tonkm) med 44 % mellan år 2000 och år 2050. Med detta i åtanke görs ett antagande om att drivmedelförbrukningen per fordonskm minskar i motsvarande grad, och att 2/5 av denna reduktion sker mellan år 2010 och år 2050.

I rapporten *Luftfart 2010* (Trafikanalys, 2011c) finns officiell statistik över luftfarten i Sverige. Det antas att trafikarbetet för såväl inrikes- som utrikesflyg följer utvecklingen enligt denna rapport. Figur 2 visar den tänkta linjära utvecklingen av inrikes flygtrafik fram till år 2030.



Figur 2. Antalet fordonskm i inrikes flygtrafik

Trafikarbetet för inrikes flygtrafik minskar med cirka 53,6 % mellan år 2010 och år 2030. Samma reduktion antas i modellen. I figur 3 visas den linjära utvecklingen av antalet avresande passagerare i utrikes flygtrafik fram till år 2030. Antal avresande passagerare ökar med cirka 28,5 % mellan år 2010 och år 2030. Samma ökning av trafikarbetet antas i modellen.



Figur 3. Antal avresande passagerare i utrikes flygtrafik

För sjöfarten antas en energieffektivisering på 12 % fram till år 2030 (Åkerman & Höjer, 2005). I brist på prognoser antas att trafikarbetet följer befolkningsutvecklingen. Detta innebär en ökning med 26 % fram till år 2030.

Vad gäller energieffektivisering och trafikarbete för bil, buss och husbil antas samma utveckling som vad som sägs under avsnitten för personbilar och bussar. För att ta hänsyn till att bilflottan förändras under prognosperioden, antas att av det totala antalet fordonskilometer för personbil år 2030 utgörs 1/3 av bensinbil, 1/3 av dieselbil och 1/3 av hybridbil (bensin). För buss och husbil görs ingen förändring i sammansättningen av flottan.

#### 4.1.7 Övrigt

Effektiviseringstakten sätts till 0,2 % per år. All olja fasas ut fram till år 2020 och ersätts med biomassa (Lantto, 2011).

#### 4.2 Omvandling

Värmeförlusterna i distributionsnäten var lika stora år 2010 som år 2009 trots att arbetet med att minska värmeläckaget pågår fortlöpande (Vattenfall Värme Uppsala, 2011). Det antas därför att överföringsförlusterna är desamma år 2030 som under basåret. Detta gäller även för elnätet. Det antas även att verkningsgraderna i de olika processerna är oförändrade fram till 2030. Ingen förändring i sammansättningen av det insatta bränslet till fjärrvärme, fjärrkyla och ånga genomförs.

För utveckling av växthusgasutsläppen från nordisk medel har konsultföretaget Profu:s (Projektinriktad forskning och Utveckling i Göteborg AB) prognos använts. Enligt Profu uppgår utsläppen till cirka 94,7 kg CO<sub>2</sub>/kWh år 2009, 78,9 kg CO<sub>2</sub>/kWh år 2016 och 72,0 kg CO<sub>2</sub>/kWh år 2030. Detta innebär en procentuell minskning om cirka 17,5% till år 2016 och ytterligare 7,5% till år 2030 jämfört med år 2009. Samma procentuella minskning antas för Uppsalas elmix.

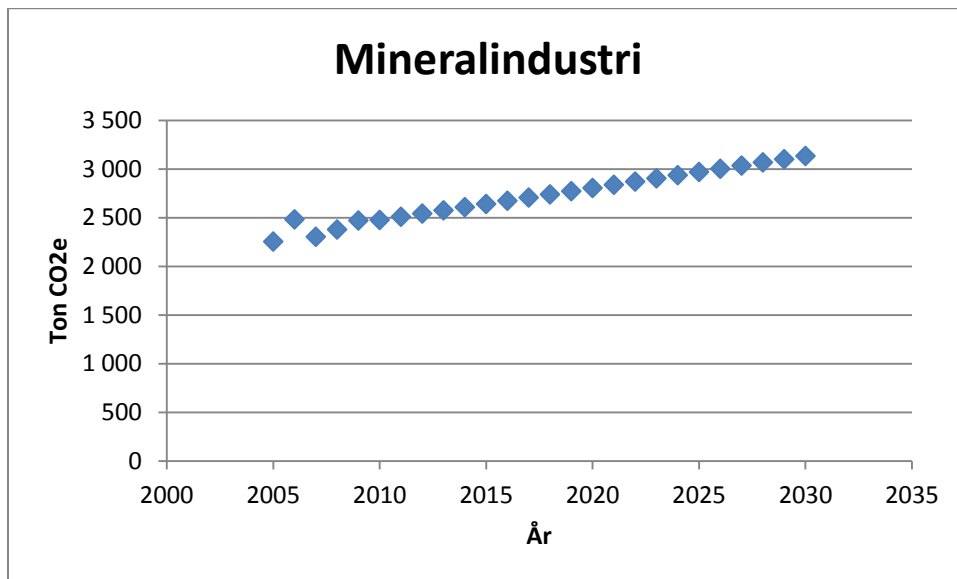
## 4.3 Icke-energirelaterade delar

### 4.3.1 Akademiska sjukhuset

Utsläppen av lustgas antas öka i samma takt som befolkningen, det vill säga med 26 % fram till år 2030.

### 4.3.2 Industri

I figur 4 visas en tänkt linjär utveckling av växthusgasutsläppen från mineralindustrin. Värdena för åren 2005-2009 är historiska data (RUS, 2011), medan övriga datapunkter följer en linjär utveckling baserad på den historiska trenden



Figur 4. Utsläpp av växthusgaser från mineralindustrin

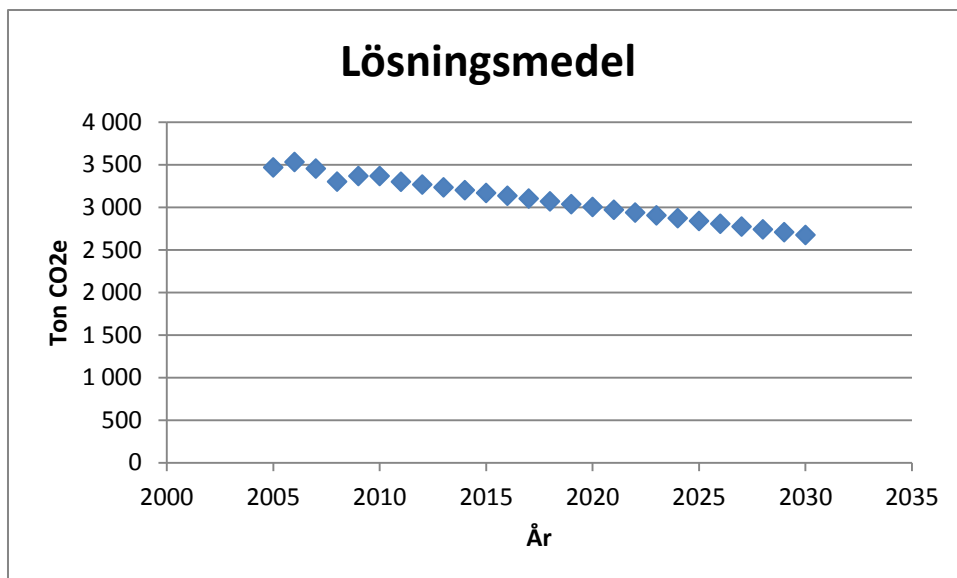
Trenden är svagt ökande utsläpp vilket får anses som troligt. År 2030 uppgår utsläppen från mineralindustrin till 3 135 ton CO<sub>2</sub>e.

Utsläppen av fluorerande växthusgaser är baserade på data från år 2006-2009 (RUS, 2011). Data från år 2005 valdes bort på grund av ett stort tapp i utsläppen mellan år 2005 och år 2006. Utsläppen under 2006-2009 anses därför mer för en framtida prognos. En linjär utveckling baserad på dessa år visar att utsläppen uppgår till 19 960 ton CO<sub>2</sub>e år 2030.

### 4.3.3 Lösningsmedel

I figur 5 visas en tänkt linjär utveckling av växthusgasutsläppen från användningen av lösningemedel inom kommunen.





Figur 5. Utsläpp av växthusgaser orsakade av lösningsmedel

Utsläppen är prognostiserade till 2 676 ton CO<sub>2</sub>e år 2030. Trenden är baserad på data från 2005-2009 (RUS, 2011) och anses som rimlig.

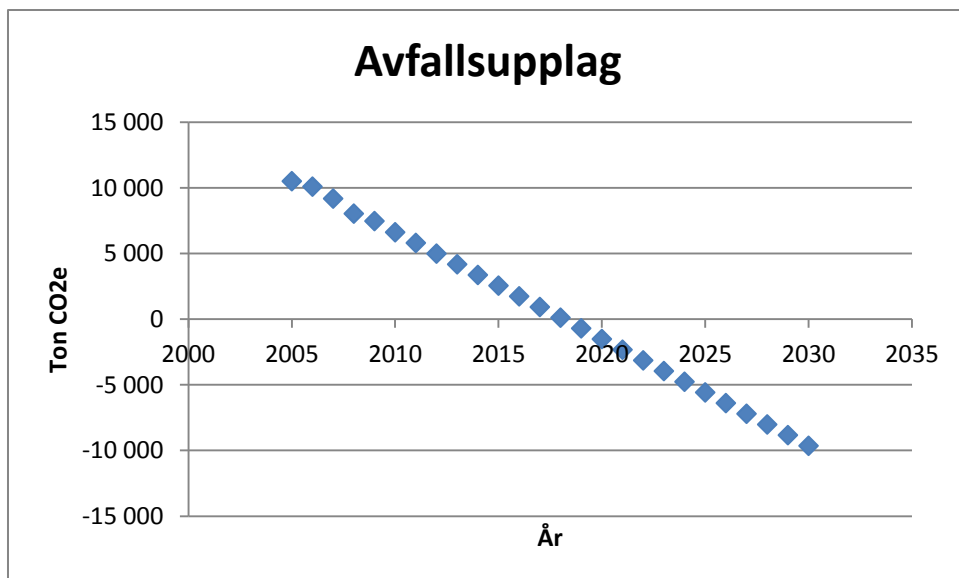
#### 4.3.4 Jordbruk

Linjära trender baserad på data från 2005-2009 visar att utsläppen från idisslare minskar samtidigt som utsläppen från gödsel ökar. Detta är motsägelsefullt då majoriteten av gödselutsläppen kommer från kor. Det är dessutom svårt att sja om hur utvecklingen blir framöver om intresset för exempelvis närodlade varor ökar. Det antas därför att utsläppen av växthusgaser från idisslare och gödsel ligger kvar på en konstant nivå fram till år 2030.

Ett liknande resonemang görs över utsläppen av växthusgaser från markanvändning. Utsläppen kan såväl öka (vid en exempelvis ökad efterfrågan på närproducerad mat) som minska i ett längre perspektiv. Det antas därför att utsläppen ligger kvar på en konstant nivå fram till år 2030.

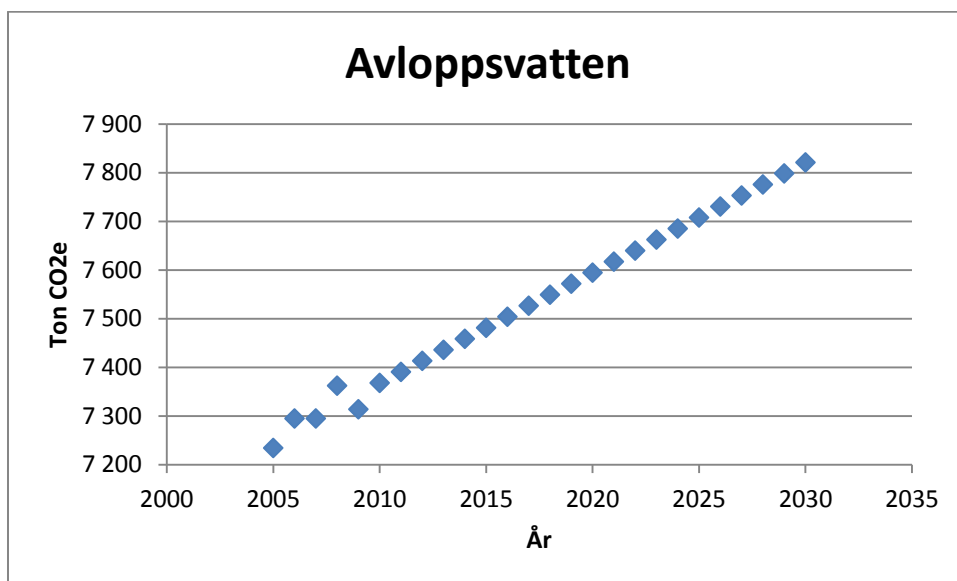
#### 4.3.5 Avfall och avlopp

I figur 6 visas en linjär utveckling av växthusgasutsläppen från avfallsupplag.



Figur 6. Metangasutsläpp (i ton CO<sub>2</sub>e) från avfallsupplag

Metanutsläppen från deponier borde rimligtvis avta med tiden eftersom att organiskt avfall inte längre deponeras. Eftersom att trenden är klart nedåtgående antas det att utsläppen från deponier är obefintliga från och med år 2030. Figur 7 visar den tänkta utvecklingen av växthusgasutsläpp som uppstår vid rening av avloppsvatten.



Figur 7. Klimatgasutsläpp (lustgas och metan) från behandling av avloppsvatten och avloppsslam

Trenden anses som rimlig på grund av den växande befolkningen. Växthusgasutsläpp från behandling av avloppsvatten ökar därmed till 7 821 ton CO<sub>2</sub>e år 2030.

## 5 Aktörsscenario

Aktörsscenarioet speglar utvecklingen fram till 2030 givet att vissa specifika mål och åtgärder från Uppsala kommun och Vattenfall uppnås.

## **5.1 Efterfrågan**

### **5.1.1 Transporter**

#### **Personbil**

Om transportsektorn ska minska sina utsläpp i en sådan grad att man uppnår klimatmålen måste det till kraftiga åtgärder och styrmedel. Enbart effektivare fordon och en ökad andel förnybar energi och elektrifiering kommer inte att räcka om trafikarbetet fortsätter att utvecklas i den takt det gör idag. Bilen måste bli ett mindre viktigt transportmedel och ersättas med kollektivtrafik (och cykel/gång). Kommunen planerar för en kraftig utbyggnad av kollektivtrafiken. Modelleringar har dock visat att utbyggnad och planering enbart kan bidra till ungefär hälften av kommunens trafikmål. För att uppnå trafikmålen måste andra åtgärder till, exempelvis i form av olika incitament och informationskampanjer.

I Uppsala kommuns översiktsplan (Uppsala kommun, 2011f) är uppskattningen att biltrafiken ökar med 5 % fram till år 2014, för att därefter ligga på en konstant nivå (trots befolkningsökningen) fram till år 2030. För aktörsscenario antas det att trafikarbetet för personbil följer utvecklingen i kommunens översiktsplan.

#### **Kollektivtrafik**

I kommunens översiktsplan (Uppsala kommun, 2011f) framgår målet om att kollektivtrafiken skall vara helt fossilbränslefri år 2020. Antal resor med kollektivtrafiken skall även fördubblas till år 2020. År 2030 skall 40 % av resandet inom staden ske antingen till fots eller med cykel, samtidigt som kollektivtrafiken utgör minst hälften av de motoriserade resorna inom stadstrafiken.

Prognosen för resandeutvecklingen inom kommunen pekar mot att kollektivtrafiken i absoluta tal ökar trefaldigt fram till år 2030 (Uppsala kommun, 2011f). Det antas därför att trafikarbetet för bussar trefaldigas fram till detta år.

Målet om fossilbränslefri kollektivtrafik uppnås genom att samtliga regionbussar och hälften av stadsbussarna drivs med biogas år 2020. Resten av stadsbussarna är elektrifierade samma år. De regionbussar som drivs på biogas antas ha samma gasförbrukning som stadsbussarna.

## **5.2 Omvandling**

Målet för Vattenfall Värme Uppsala är att nå klimatneutral produktion år 2030. Detta ska inledas med en ökad inblandning av trä i torven, till dess att ett helt nytt verk baserat på förnybara bränslen tas i drift omkring år 2020. Vattenfall anser att biobränslen och avfall (till 80 %) är klimatneutrala (resterande 20 % i avfallet anses vara plast) (Vattenfall Värme Uppsala, 2011). Tänkbara möjligheter till att nå klimatneutral produktion trots plastinblandningen är exempelvis koldioxidkompensation från fjärrvärmekunderna i kombination med en ökande andel bio-plast i avfallet. Den nya anläggningen ska använda sig av biobränslen såsom träspån, skogsbränslen, energiskog och halm (Karlsson, 2011).

Träinblandningen i den totala bränslemixen ökade från 2 % år 2009, till 6 % år 2010. Målet är 9 % träinblandning i torven år 2011. Genom att erbjuda större kunder koldioxidkompenserad

fjärrvärme förväntas andelen biobränslen i bränslemixen öka ytterligare. Koldioxidkompensation innebär att Vattenfall utökar träinblandningen i bränslemixen för att få ned klimatpåverkan från produktionen. Man planerar att öka andelen biobränslen varje år framöver (Vattenfall Värme Uppsala, 2011).

I detta arbete blir antagandet att all torv ersätts med biobränslen år 2022, då den nya anläggningen antas tas i drift. Bedömningen är även att all fossil olja är ersatt med bioolja år 2030. Innan driftsättningen av den nya anläggningen genomförs antas en gradvis nedtrappning av torv i den totala bränslemixen på grund av att träinblandningen i torven ökar. Antagandet blir att den totala andelen trä i fjärrvärmeproduktionen uppgår till 20 % år 2021. Andelen torv minskar i motsvarande mängd.

Det antas att verkningsgraderna i de olika processerna är oförändrade fram till 2030. Eftersom att torv och olja fasas ut till förmån för biobränslen, antas det även att utsläppsfaktorn för elektricitet ändras till Nordisk elmix år 2022. Enligt Profu (Profu, u.å.) kommer utsläppsfaktorn för Nordisk medelvärdet att vara cirka 0,078 kg/kWh år 2022, och cirka 0,072 kg/kWh år 2030.

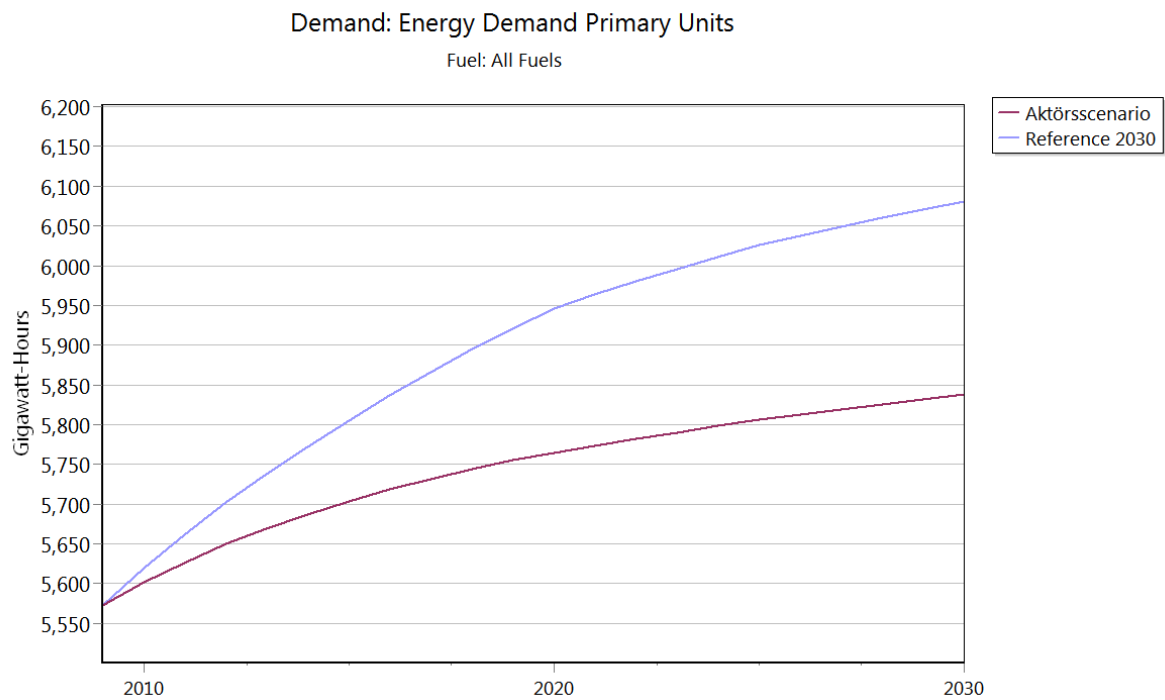
## **6. Resultat**

Nedan presenteras resultaten från modellkörningarna i LEAP. Det som studeras är skillnaden i energianvändning (MWh) och utsläpp av växthusgaser (CO<sub>2</sub>e) mellan nuläget och de båda framtidsscenarierna.

Då det även är intressant att veta utvecklingen per capita, antas en befolkning om 221 200 personer år 2020 och 242 600 personer år 2030 (Uppsala kommun, 2011a). Befolkningen under basåret är antagen till 192 710 personer, vilket är ett medelvärde för år 2008 och år 2009 (Uppsala kommun, 2011c).

### **6.1 Energibehov**

I figur 8 ser man hur det totala energibehovet förändras för varje år från basåret fram till år 2030. Observera skalan på y-axeln. Tabell 30 presenterar samma resultat för basåret, år 2020 och år 2030 i sifferform.

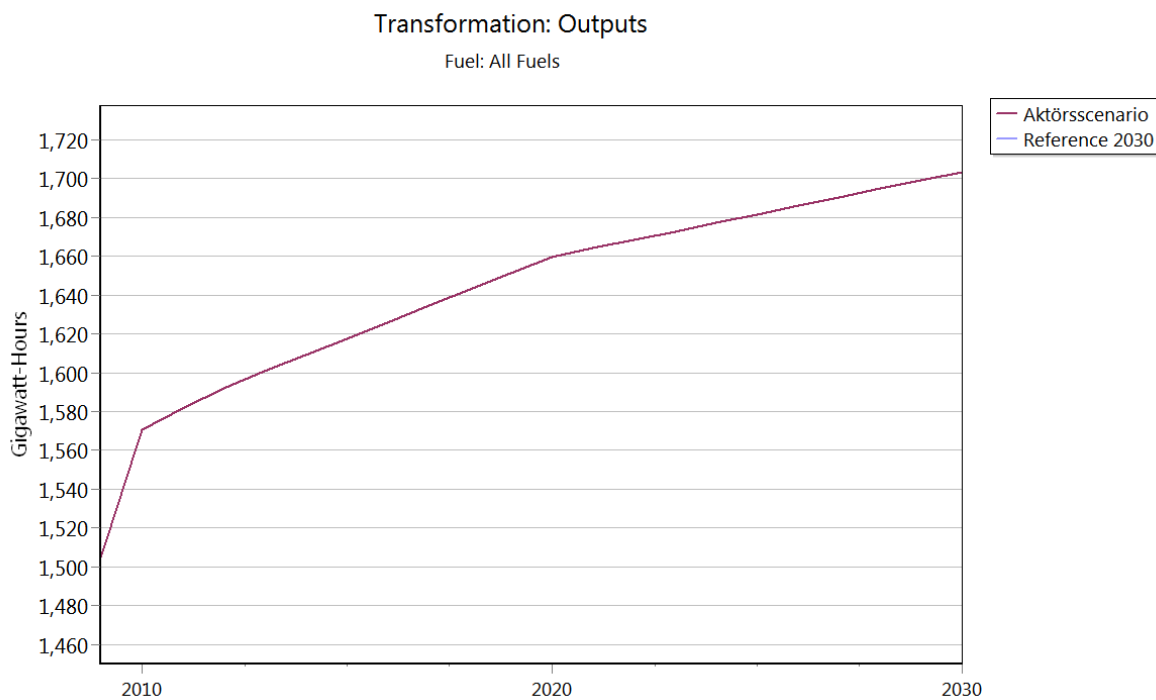


**Figur 8. Totalt energibehov**

**Tabell 30. Energifbehov referens- och aktörsscenario**

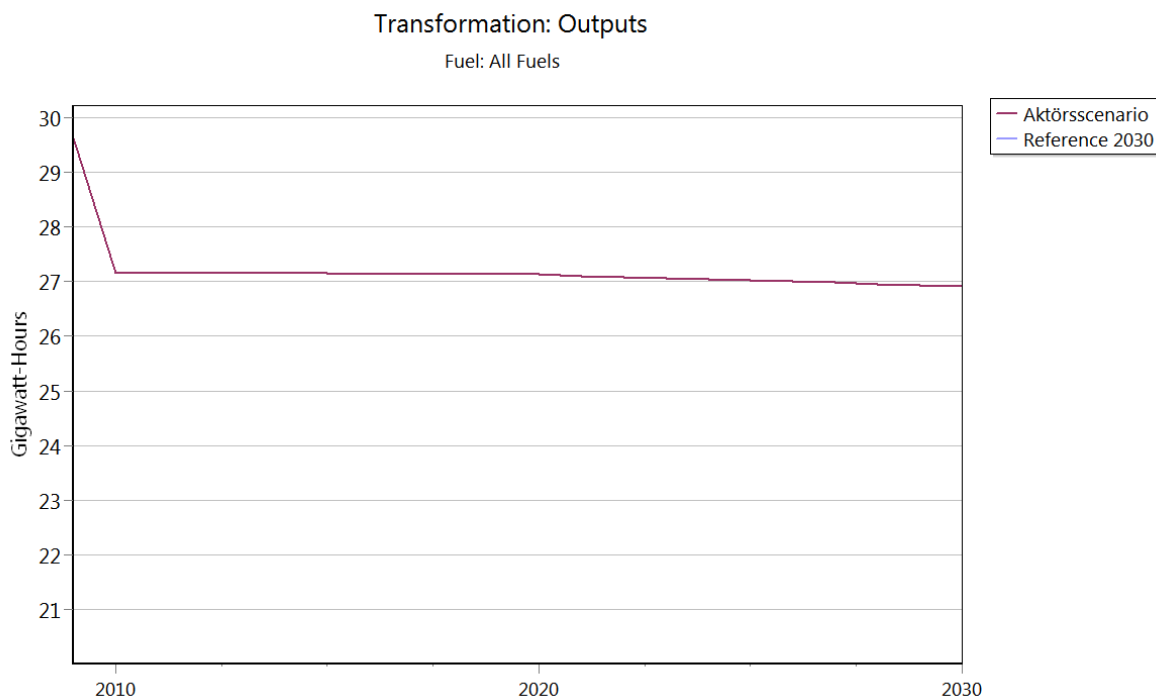
	Energifbehov [GWh]			Per capita [MWh]		
	2009	2020	2030	2009	2020	2030
Referens	5572	5946	6081	28,9	26,9	25,1
Aktör	5572	5765	5838	28,9	26,1	24,1

Nedan ges den förväntade produktionen av fjärrvärme, fjärrkyla och ånga. Den förväntade fjärrvärmeproduktionen presenteras grafisk i figur 9. Observera skalan på y-axeln.



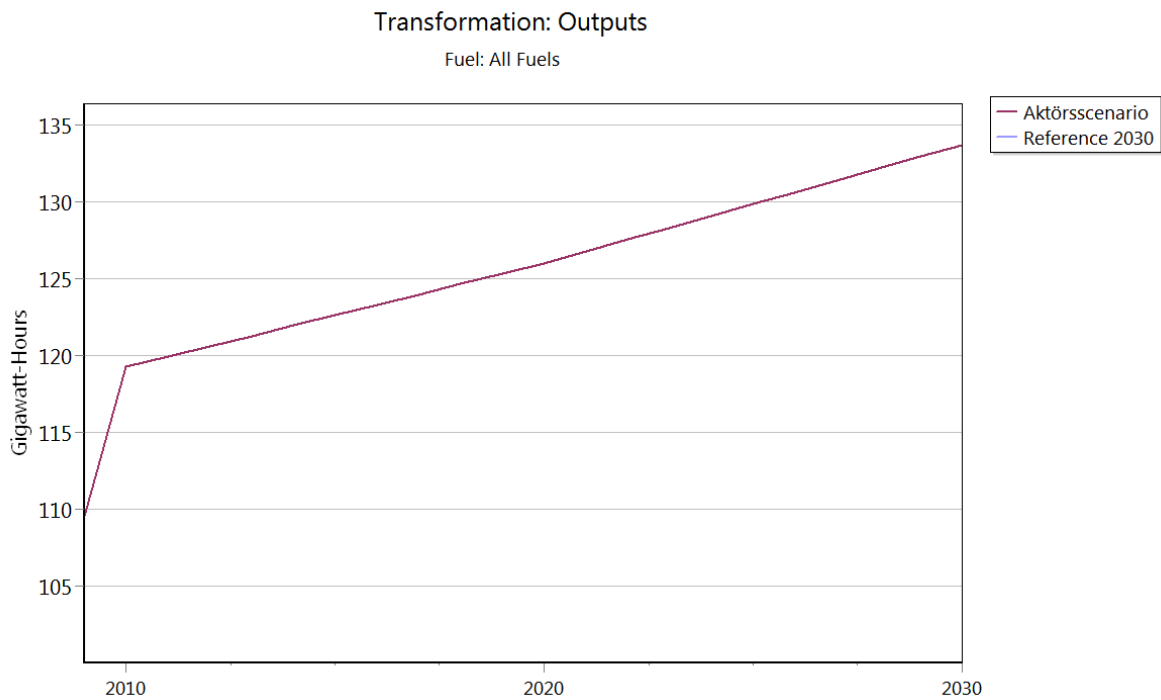
**Figur 9. Produktion av fjärrvärme.**

Den förväntade produktionen av fjärrkyla presenteras grafiskt i figur 10. Observera skalan på y-axeln.



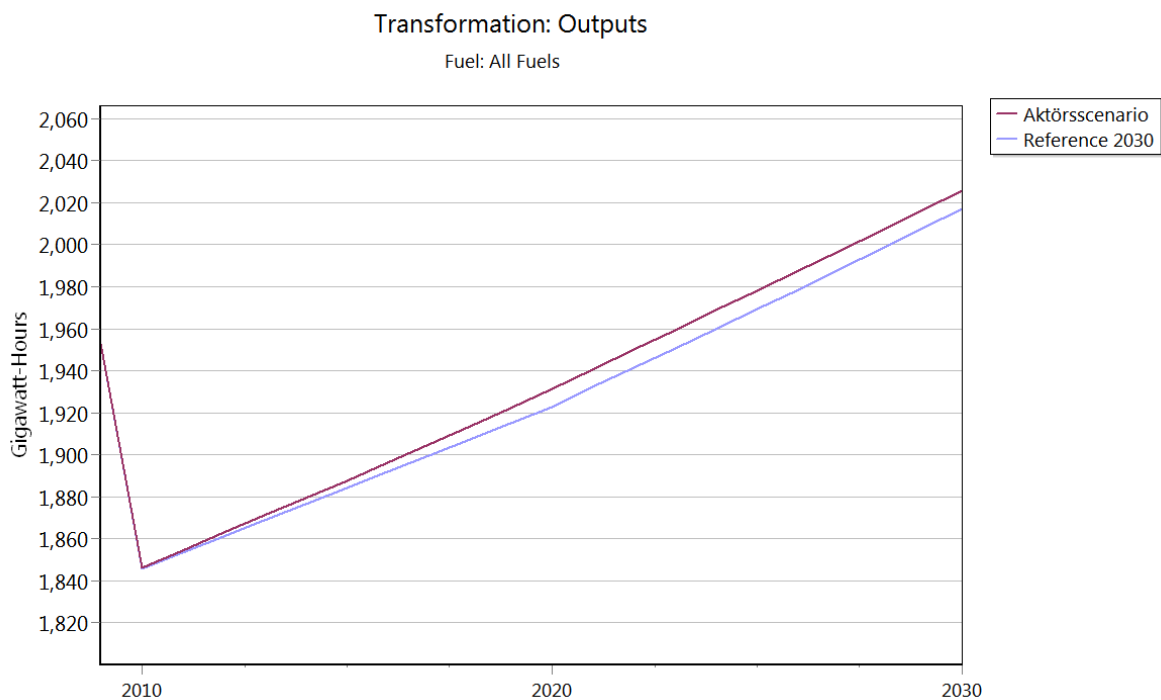
**Figur 10. Produktion av fjärrkyla**

Den förväntade produktionen av ånga presenteras grafisk i figur 11. Observera skalan på y-axeln.



**Figur 11. Produktion av ånga**

I figur 6 visas förväntad levererad elektricitet (observera skalan på y-axeln). Här görs ingen åtskillnad mellan el som kommer från lokal produktion och importerad el. Förhållandet mellan de båda är konstant under hela förloppet.



**Figur 12. Levererad elektricitet**

I tabell 31 presenteras den förväntade produktionen av fjärrvärme, fjärrkyla och ånga samt levererad elektricitet för basåret, år 2020 och år 2030.

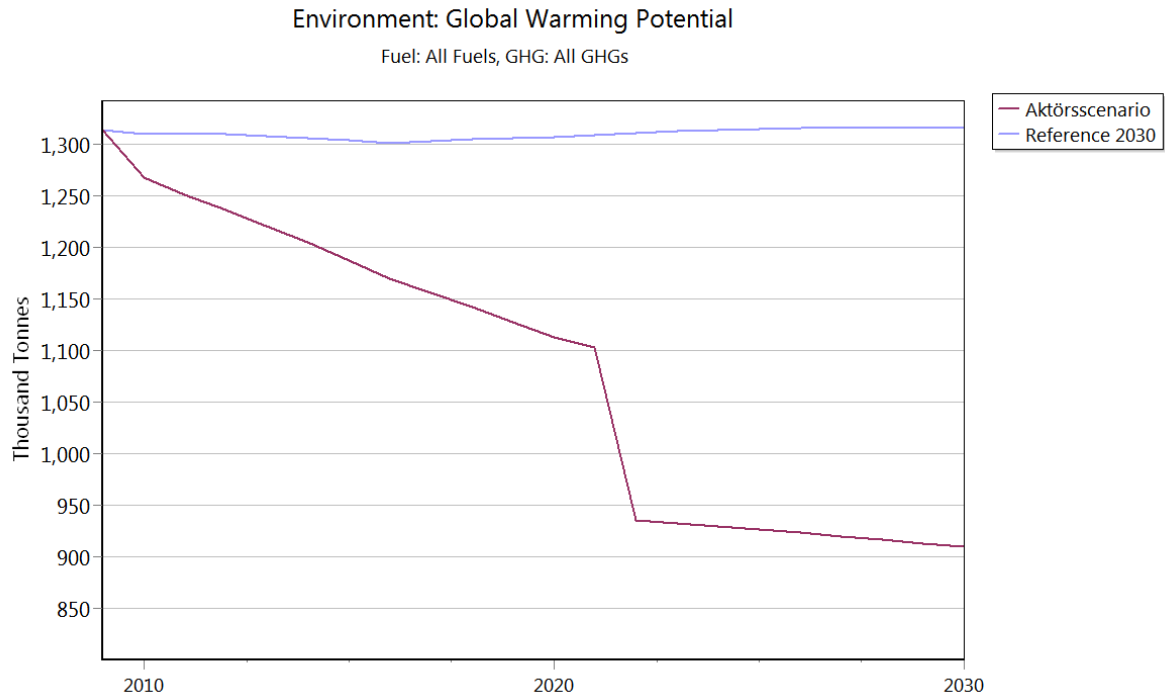
**Tabell 31. Förväntad produktion av fjärrvärme, fjärrkyla och ånga samt levererad elektricitet**

	2009 [GWh]	2020 [GWh]	2030 [GWh]
Fjärrvärme	1504,8	1659,7	1703,5
Fjärrkyla	29,6	27,1	26,9
Ånga	109,5	126,7	133,7
El Referens	1953,1	1923,0	2016,9
El Aktör	1953,1	1931,3	2025,6



## 6.2 Utsläpp av koldioxidekvivalenter

Nedan ges de modellerade totala utsläppen och utsläppen per capita av CO<sub>2</sub>e inom kommunen för basåret, år 2020 och år 2030. Resultatet visas grafiskt i figur 13 (observera skalan på y-axeln) och som siffror i tabell 32.



**Figur 13. Totala utsläpp av CO<sub>2</sub>e**

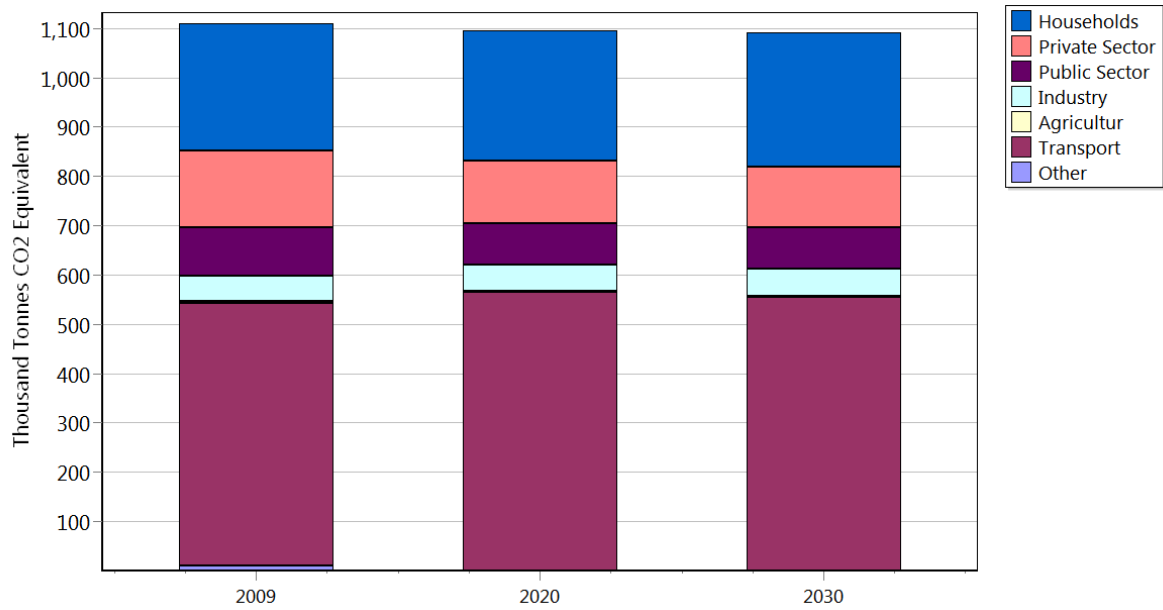
**Tabell 32. Totala utsläpp och utsläpp per capita av CO<sub>2</sub>e**

	Totala utsläpp av CO <sub>2</sub> e (tusentals ton)			Antal ton per capita		
	2009	2020	2030	2009	2020	2030
Referens	1314,3	1307,5	1315,9	6,82	5,91	5,42
Aktör	1314,3	1112,6	909,5	6,82	5,03	3,75

I figur 14 och i figur 15 ges utsläppen fördelade på olika användarkategorier för referens-, respektive aktörsscenario.

Environment: Global Warming Potential (Allocated to Demands)

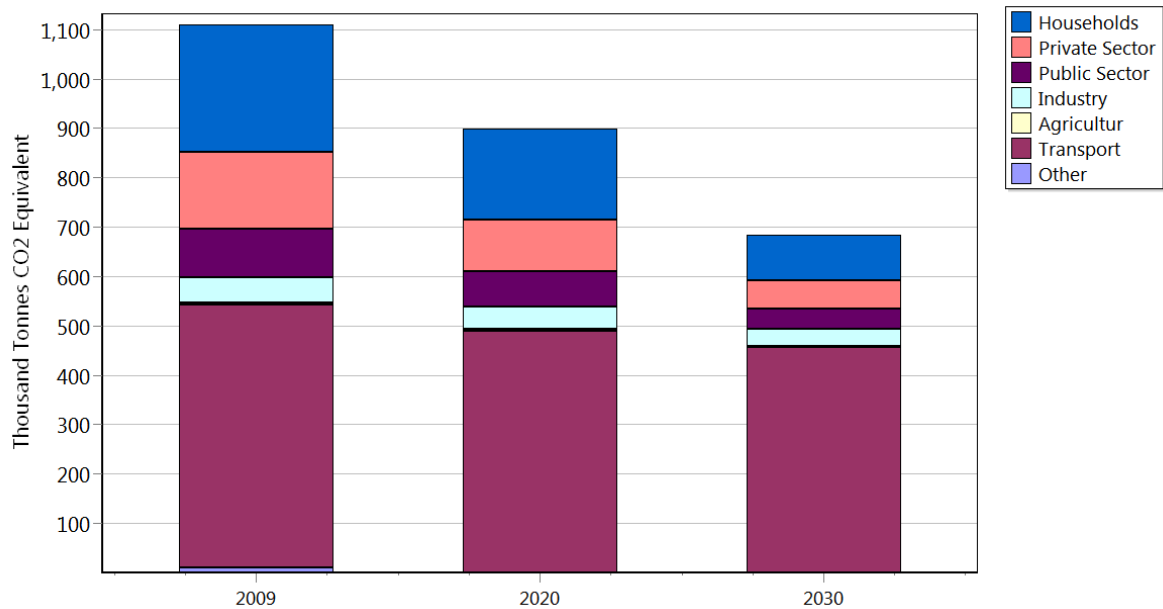
Scenario: Reference 2030, Fuel: All Fuels, GHG: All GHGs



Figur 14. Utsläpp av växthusgaser fördelade på användarkategorier. Referensscenariot

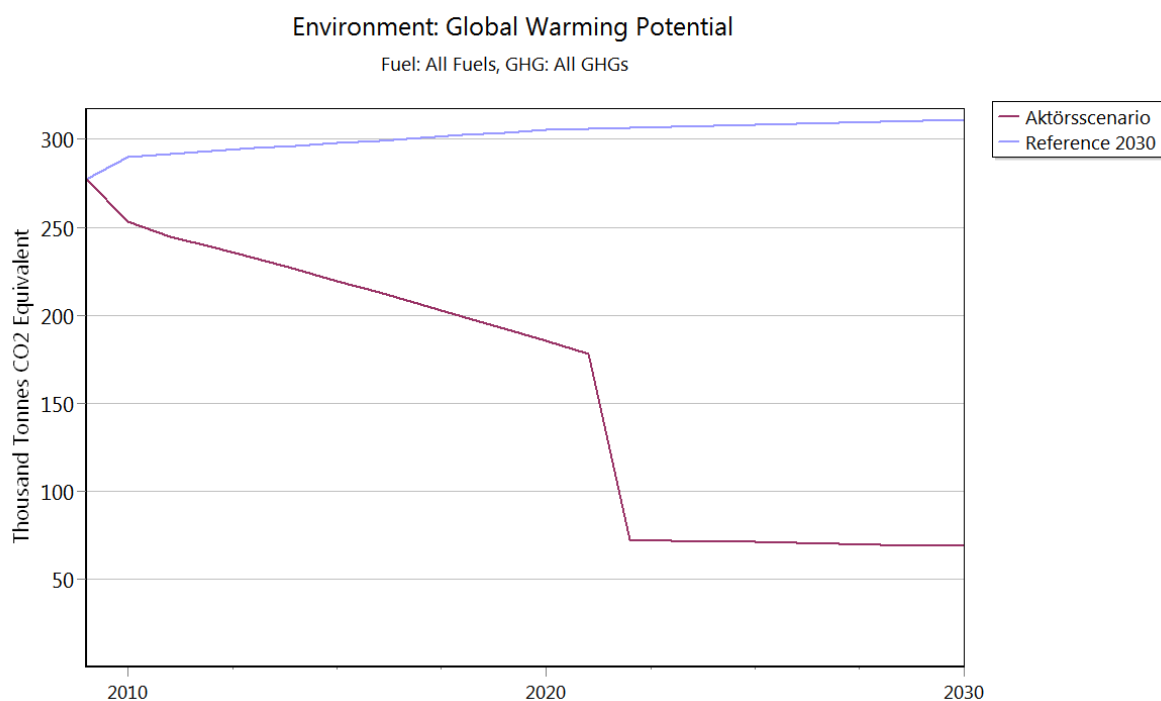
Environment: Global Warming Potential (Allocated to Demands)

Scenario: Aktörsscenario, Fuel: All Fuels, GHG: All GHGs



Figur 15. Utsläpp av växthusgaser fördelade på olika användarkategorier. Aktörsscenariot

Nedan visas de modellerade framtida utsläppen från fjärrvärmeproduktionen. Resultatet visas grafiskt i figur 16 och som siffror i tabell 33.

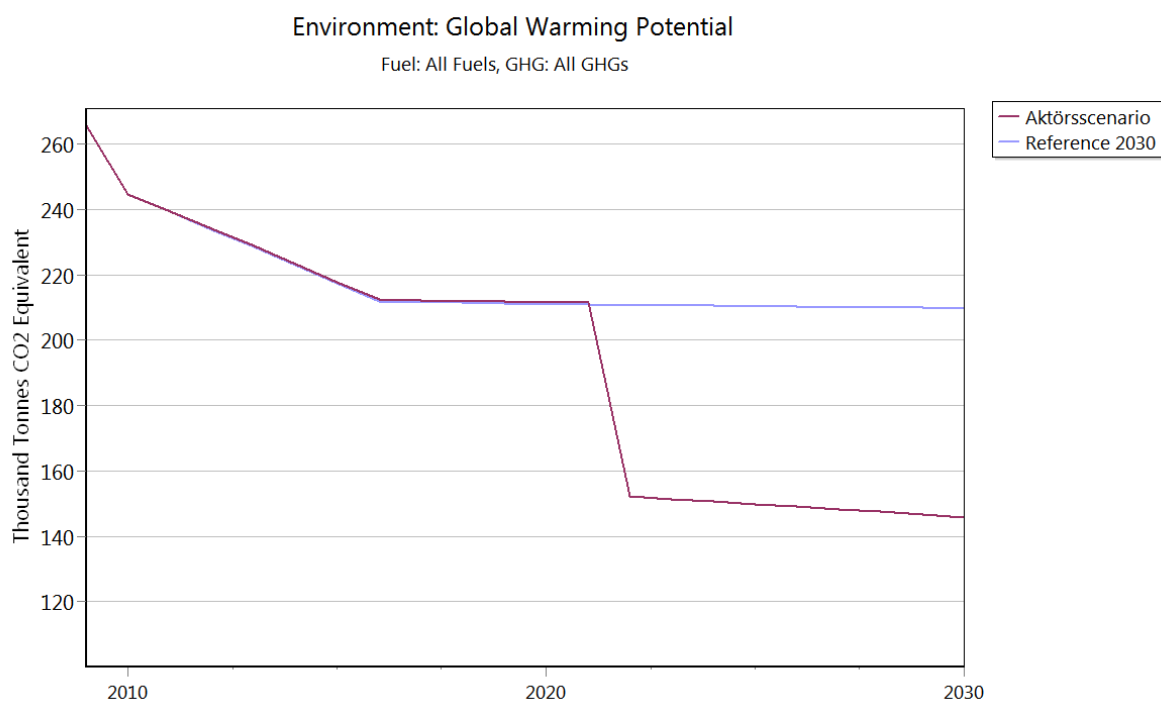


**Figur 16. Totala utsläpp av CO<sub>2</sub>e från fjärrvärmeproduktion**

**Tabell 33. Utsläpp från fjärrvärmeproduktionen**

	Totala utsläpp av CO <sub>2</sub> e (tusentals ton)			Antal ton per capita		
	2009	2020	2030	2009	2020	2030
Referens	277,5	306,1	314,2	1,25	1,26	1,3
Aktör	277,5	193	69,4	1,25	0,8	0,29

Nedan visas de modellerade utsläppen av växthusgaser från levererad el i kommunen. Resultatet visas grafiskt i figur 17 (observera skalan på y-axeln) och som siffror i tabell 34.

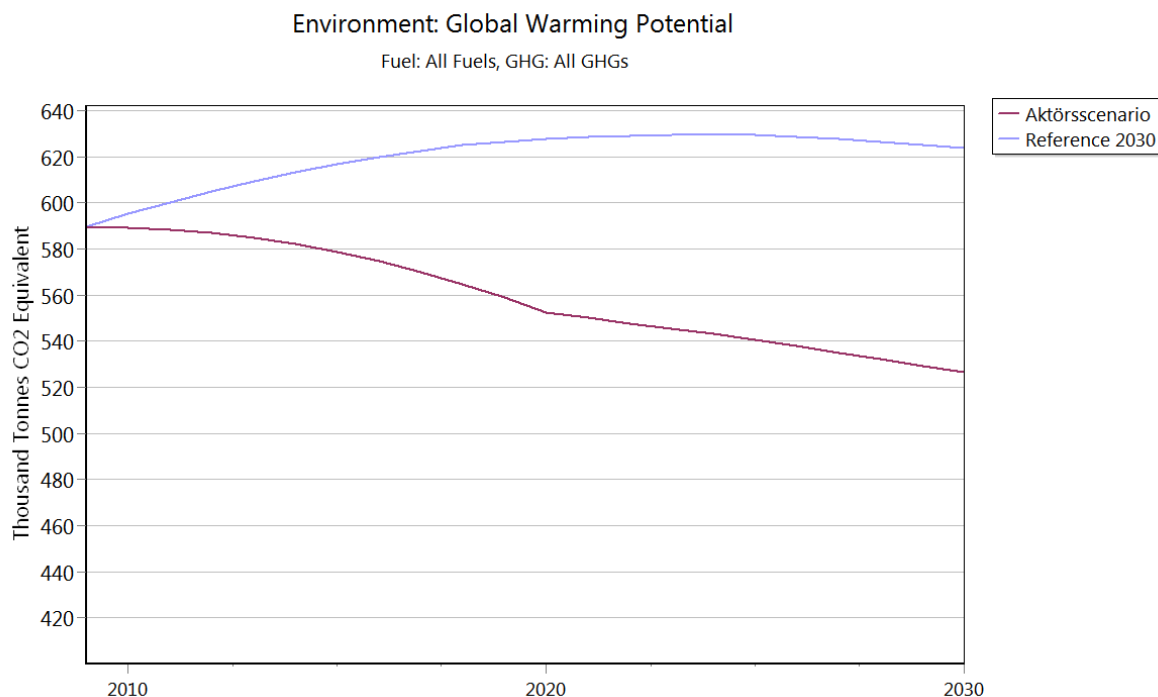


**Figur 17. Totala utsläpp av CO<sub>2</sub>e från levererad el (från såväl inhemsk produktion som import)**

**Tabell 34. Totala utsläpp av CO<sub>2</sub>e från levererad el (från såväl inhemsk produktion som import)**

	Totala utsläpp av CO <sub>2</sub> e (tusentals ton)			Antal ton per capita		
	2009	2020	2030	2009	2020	2030
Referens	265,6	211,0	209,8	1,38	0,95	0,86
Aktör	265,6	211,7	145,8	1,38	0,96	0,60

Nedan ges utsläppen orsakade av transporter. I figur 18 visas de totala utsläppen från hela transportsektorn (persontrafik, frakt, arbetsmaskiner och långväga resande). Observera skalan på y-axeln. Utsläppen från varje enskild kategori ges därefter i tabellform. I tabell 35 visas utsläppen från persontrafiken, i tabell 36 utsläppen från yrkestrafiken, i tabell 37 utsläppen från arbetsmaskiner och i tabell 38 utsläppen från Uppsalabornas långväga resande.



**Figur 18. Totala utsläpp av CO2e från transporter**

**Tabell 35. Utsläpp från persontrafiken (bil, buss och motorcykel)**

	Totala utsläpp av CO2e (tusentals ton)			Antal ton per capita		
	2009	2020	2030	2009	2020	2030
Referens	213,1	229,3	216,3	1,11	1,04	0,89
Aktör	213,1	153,7	118,9	1,11	0,69	0,49

**Tabell 36. Utsläpp från yrkestrafiken**

	Totala utsläpp av CO2e (tusentals ton)			Antal ton per capita		
	2009	2020	2030	2009	2020	2030
Referens	52,9	58,3	61,2	0,27	0,26	0,25
Aktör	52,9	58,3	61,2	0,27	0,26	0,25

**Tabell 37. Utsläpp från arbetsmaskiner**

	Totala utsläpp av CO <sub>2</sub> e (tusentals ton)			Antal ton per capita		
	2009	2020	2030	2009	2020	2030
Referens	57,2	65	72	0,3	0,29	0,3
Aktör	57,2	65	72	0,3	0,29	0,3

**Tabell 38. Utsläpp långväga resande**

	Totala utsläpp av CO <sub>2</sub> e (tusentals ton)			Antal ton per capita		
	2009	2020	2030	2009	2020	2030
Referens	266,5	274,2	274,4	1,38	1,24	1,13
Aktör	266,5	274,2	274,4	1,38	1,24	1,13

## 7. Slutsats

År 1990 uppgick utsläppen av CO<sub>2</sub>e inom Uppsala kommun till 8,8 ton per capita (inklusive långväga resande). För att uppnå målet om 45 % lägre per capita utsläpp år 2020 innebär detta att utsläppen måste ha minskat till 4,84 ton detta år. Denna modell har visat att detta inte uppnås i vare sig referens- eller aktörsscenario. I referensscenariot ligger utsläppen på 5,91 ton per capita. I aktörsscenario på 5,03 ton per capita

Utvidgar man tidshorisonten till år 2030 kommer man ned på ett årligt utsläpp om 3,75 ton per capita i aktörsscenario. Detta är inte tillräckligt om man skall lyckas uppnå det långsiktiga målet om 0,5 ton per innevånare år 2050. Aktörsscenario visar att utsläppen minskar med cirka 45 % per capita mellan basåret och år 2030. Om denna takt i utsläppsminskningen håller i sig mellan år 2030 och år 2050 skulle man komma ned på ett utsläpp om cirka 2,1 ton per capita år 2050.

## 8. Diskussion

### 8.1 Skillnaden mellan produktion och behov

Det ”hopp” i fjärrvärmeproduktionen som kan observeras mellan år 2009 och år 2010 beror på en differens mellan behovet och produktionen. Produktionen styrs av behovet i de olika kategorierna. Ett stort hopp i modellen kan då uppstå om behov och produktion inte är lika stora under basåret. Detta kompenserar modellen genom att öka produktionen av fjärrvärme till dess att behovet är uppfyllt.

En orsak till att produktion och behov inte matchar varandra är att produktionen från anläggningarna i Boländerna är ett medelvärde för åren 2008-2009. Behovet för de olika sektorerna (bostäder, offentlig sektor, och så vidare) är däremot från år 2008 enbart. Energin till uppvärmning är dessutom graddagskorrigerad.

Om man tittar på levererad mängd elektricitet kan man se att den minskar med cirka 100 GWh mellan basåret (år 2009) och år 2010. Orsaken är förmodligen en brist i statistiken eller en feltolkning av denna. Exakt var problemet ligger är dock oklart.

## **8.2 Transporter**

### **8.2.1 Utveckling utrikes flygresor**

Det är väldigt svårt att göra uppskattningar över utvecklingen av utrikes flygresor. I modellen har det framtida transportarbetet antagits följa resandeutvecklingen inom Sverige. Att trafikarbetet skulle öka i motsvarande grad är dock inte på något sätt givet.

Åkerman och Höjer (2005) visar på en ökning av trafikarbetet (i personkilometer) för flyg med en faktor 4,8 mellan år 2000 och år 2050. Detta innebär en ökning med cirka 90 % mellan år 2010 och år 2030. Energimyndighetens senaste långsiktsprognos (Energimyndigheten, 2011) visar på en ökning i använt flygbränsle (energianvändning) för utrikes flyg med 16 % mellan år 2007 och år 2030 (motsvarande för inrikesflyg är en minskning om cirka 21 %). Det är därför troligt att utrikesflyget kommer att öka och att inrikesflyget kommer att minska. Samtidigt så är det väldigt svårt att säga om hur stor denna ökning respektive minskning blir. De rapporter som jag har stött på under arbetet gång har haft ganska olika åsikter i denna fråga. Detta gäller även för övriga trafikslag.

### **8.2.2 Systemgränsen för trafikarbetet**

I modellen är trafikarbetet (antal fordonskm) för personbilar, lastbilar, bussar och motorcyklar framräknat genom att använda statistik avseende mätarställningar på registrerade fordon i Uppsala län (har inte hittat statistik avseende Uppsala kommun) med det totala antalet registrerade fordon i Uppsala kommun (Bilaga 1). På detta sätt kommer systemgränsen för trafikarbetet inte utgöra Uppsalas kommungeografiska gräns då dessa fordon kan ha körts utanför kommunen.

Uppsala kommun har använt sig av SMED för uppgifter på växthusgasutsläppen från vägtrafiken. SMED modellerar trafikarbetet utifrån geografien oavsett var fordonen är registrerade. År 2008 uppgick enligt SMED utsläppen av CO<sub>2</sub>e i trafiksektorn (exklusive långväga resande) till 324 kton (Sigurdson, 2011). I denna modell uppgår de totala utsläppen från trafiksektorn (exklusive långväga resande) till cirka 323 kton CO<sub>2</sub>e. Således är skillnaden i modellerade utsläpp väldigt liten trots att systemgränserna skiljer sig åt.

### **8.2.3 Utsläpp av växthusgaser från långväga resande**

I modellen är utsläppen av växthusgaser från långväga resande framräknat utifrån kommunens antaganden och uppgifter (Sigurdson, 2011). I kommunens beräkningar uppgår utsläppen från Uppsalabornas långväga resande till 286 kton CO<sub>2</sub>e år 2008. I denna modell uppgår samma utsläpp till cirka 266,5 kton CO<sub>2</sub>e. I modellen är alltså utsläppen från Uppsalabornas långväga resande (under basåret) cirka 20 kton lägre än vad Uppsala kommun räknar med. Den största utsläppskällan är flyget som i modellen står för ett utsläpp om cirka 219 kton CO<sub>2</sub>e under basåret. Därför är det troligt att det är i flygsektorn som man kan hitta den observerade skillnaden i utsläppen. En tänkbar orsak är att kommunen tar hänsyn till den extra bränsleförbrukning som uppstår vid start och landning av flygplanen. Därmed blir utsläppen något högre än om man som i denna modell räknar med en konstant bränsleförbrukning under hela resan.

## **9. Förslag på förbättringar**

Nedan ges några tänkbara upplägg till framtida arbete i modellen. Under arbetets gång har energianvändningen för vissa specifika företag och organisationer med anknytning till Uppsala klimatprotokoll tagits fram. På grund av en del svårigheter som exempelvis risken för dubberäkning av energianvändningen i olika sektorer, har dessa delar inte tagits med i modellen. De finns dock beskrivna i bilaga 2 och ligger avaktiverade i modellen. I bilaga 3 finns förslag till potentialscenarion. Med detta menas scenarion där olika åtgärder för att reducera växthusgasutsläppen studeras. Potentialscenariona skiljer sig från aktörsscenario i den mening att det inte är åtgärder från Uppsala kommun eller Vattenfall som studeras (det vill säga åtgärder som inte platsar in under aktörsscenario).

### **9.1 Transporter**

Trafikanalys har under 2011 arbetat på projektet ”Fossilbränsleoberoende transportsektor 2030 - hur långt når fordonstekniken?”. Två scenarier har studerats, ett referensscenario grundat på dagens situation och politiska beslut, ett avseende ”bästa teknik”. I dagsläget finns endast en preliminär etapprapport avseende personbilar publicerad. I november 2011 kommer slutrapporten där alla trafikslag är medtagna (Trafikanalys, 2011b).

Komplettera kollektivtrafiken med statistik från regionbussbolagen (Nobina och KR Trafik).

Regionbussarna är planerade att använda sig av biogas i vätskeform (dieselmotorer). Hur påverkar detta förbrukningen?

### **9.2 Allmänt**

Är det rimligt att anta 0 kg CO<sub>2</sub>e/kWh för bibränslen? Modellen har i nuläget inget lca-perspektiv, men det kanske vore något att fundera på till framtiden?



## 10. Referenser

- Boverket (2011a). *Boverkets byggregler BBR. BBR 18. BFS 2011:6*. (Elektroniskt) Tillgänglig <http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2011/BFS-2011-6-BBR-18.pdf> (2011-10-01).
- Boverket (2011b). *Boverkets författningssamling. BFS 2011:26. BBR 19*. (Elektronisk) Tillgänglig <http://webtjanst.boverket.se/boverket/rattsinfo/web/vault/BBR/PDF/BFS2011-26-BBR19.pdf> (2011-10-12).
- Carlén, G. (2011). *"Tillkommande boytor"*. Uppsala: Uppsala kommun
- COMMEND (2010). *An Introduction to LEAP. Community for Energy, Environment and Development*. (Elektronisk) Tillgänglig <http://www.energycommunity.org/default.asp?action=47> (2011-09-15).
- Energimyndigheten (2011). *Långsiktsprogno 2010. ER 2011:03*. (Elektronisk) Tillgänglig <http://webbshop.cm.se/System/ViewResource.aspx?p=Energimyndigheten&rl=default:/Resources/Permanent/Static/a5f894444155405fbb1d1a063cf43ea4/ER2011%2003w.pdf> (2011-09-26).
- Energimyndigheten (2010a). *Energien i våra lokaler. Resultat från Energimyndighetens STIL2-projekt*. (Elektronisk) Tillgänglig [http://webbshop.cm.se/System/ViewResource.aspx?p=Energimyndigheten&rl=default:/Resources/Permanent/Static/d989fb50952c4a8ea010c08801083f78/ET2010\\_08.pdf](http://webbshop.cm.se/System/ViewResource.aspx?p=Energimyndigheten&rl=default:/Resources/Permanent/Static/d989fb50952c4a8ea010c08801083f78/ET2010_08.pdf) (2011-10-01)
- Energimyndigheten (2010b). *Uppdrag 13: Nationell strategi för lågenergibyggnader. ER 2010:39*. (Elektronisk) Tillgänglig <http://www.energimyndigheten.se/PageFiles/17865/Nationell%20strategi%20f%C3%B6r%20l%C3%A5genergibyggnader.pdf> (2011-10-26)
- Energimyndigheten. (2008). *HUSHÅLLENS ELANVÄNDNINGSMÖNSTER IDENTIFIERADE I VARDAGENS AKTIVITETER*. (Elektronisk) Tillgänglig <http://www.energimyndigheten.se/Global/Statistik/F%C3%B6rb%C3%A4ttrad%20energistatik/Festis/hushallelanv.pdf> (2011-09-26)
- Grahn, M. & Hansson, J. (2009). *Möjligheter för förnybara drivmedel i Sverige fram till år 2030*. Göteborg: Chalmers tekniska högskola.
- Hållbarhetsportalen (2011). *Hållbarhetsredovisning*. (Elektronisk) Tillgänglig <http://www.hallbarhetsportalen.se/> (2011-12-22)
- Karlsson, Anna. (2011). *Mejlkontakt*. Uppsala: Vattenfall AB Värme Uppsala
- Klimatkommunerna (2011). *Lathund för inventering*. (Elektronisk) Tillgänglig <http://www.klimatkommunerna.se/?page=page4912ada79a1c2> (2011-10-25)
- Lantto, E. (2011). *Referensscenario 2020 – Energi och klimat Uppsala kommun*. Även tillhörande Excel-dokument. Uppsala: Energikontoret i Mälardalen AB

- Naturvårdsverket (2011). *Sveriges klimatmål*. (Elektronisk) Tillgänglig <http://www.naturvardsverket.se/sv/Start/Klimat/Klimatpolitik/Sveriges-klimatpolitik/Sveriges-klimatmal/> (2011-10-13)
- NTM (u.å.). *Fuels. Background*. Nätverket för Transporter och Miljön. (Elektronisk) Tillgänglig <http://www.ntmcalc.se/index.html> (2011-10-26)
- Profu (u.å.). *Medelel – Norden Profu*. Exceldokument tillhandahållet av Uppsala kommun.
- (RUS) (2011). *Nationella emissionsdatabasen*. Regional Utveckling och Samverkan i miljömålssystemet. (Elektronisk) Tillgänglig <http://rus.lst.se/nationellaemissionsdatabasen.html> (2011-10-19)
- Sigurdsson, B. (2011). *Att beräkna och följa växthusgasutsläpp och energianvändning i en kommun och i Uppsala specifikt*. Uppsala: Uppsala kommun
- SIKA (2000). *PROGNOS FÖR GODSTRANSPORTER 2010*. SIKA Rapport 2000:7. (Elektronisk) Tillgänglig <http://www.trafa.se/SYSTEM/Soksida/> (2011-10-15). Stockholm: SIKA
- SMED (2010). *Arbetsmaskiner. Uppdatering av metod för emissionsberäkningar* ISSN: 1653-8102. (Elektronisk) Tillgänglig [http://www.smed.se/frames/subframes/vatten/rapporter/pdf/SMED\\_Rapport\\_2010\\_39.pdf](http://www.smed.se/frames/subframes/vatten/rapporter/pdf/SMED_Rapport_2010_39.pdf)
- Trafikanalys (2011a). *Fordon*. (Elektronisk) Tillgänglig <http://www.trafa.se/fordon> (2011-10-21)
- Trafikanalys (2011b). *Fossilbränsleoberoende transportsektor 2030 – hur långt når fordonstekniken*. (Elektronisk) Tillgänglig <http://www.trafa.se/projekt/Teknikskiften/> (2011-10-14)
- Trafikanalys (2011c). *Luftfart 2010. Statistik 2011:6*. (Elektronisk) Tillgänglig [http://www.transportstyrelsen.se/Global/Publikationer/Luftfart/Luftfart\\_2010.pdf?epslanguage=sv](http://www.transportstyrelsen.se/Global/Publikationer/Luftfart/Luftfart_2010.pdf?epslanguage=sv) (2011-10-27).
- Uppsala kommun (2011a). *Befolkningsramar för Uppsala kommun*. (Elektronisk) Tillgänglig [http://www.uppsala.se/Upload/Dokumentarkiv/Extern/Dokument/Om\\_kommunen/Befolkning/Gpf2011.pdf](http://www.uppsala.se/Upload/Dokumentarkiv/Extern/Dokument/Om_kommunen/Befolkning/Gpf2011.pdf) (2011-10-19)
- Uppsala kommun (2011b). *Områdesfakta 2010*. (Elektronisk) Tillgänglig: <http://www.uppsala.se/sv/Kommunpolitik/Kommunfakta/Statistik/Omradesfakta-stad--landsbygd/Aldre-omradesfakta/> (2011-09-26).
- Uppsala kommun (2011c). *Statistik*. (Elektronisk) Tillgänglig <http://www.uppsala.se/Kommunpolitik/Kommunfakta/Statistik/> (2011-10-19)
- Uppsala kommun (2011d). *Uppsala klimatprotokoll – tillsammans når vi längre*. (Elektronisk) Tillgänglig: <http://www.uppsala.se/klimatprotokollet> (2011-09-26).

Uppsala kommun (2011e). *Uppsala klimatpåverkan*. (Elektronisk) Tillgänglig <http://www.uppsala.se/sv/Boendemiljotrafik/Miljo--halsa/Miljo-klimat-och-hallbar-utveckling/Uppsalas-klimatpaverkan/> (2011-10-20)

Uppsala kommun (2011f). *ÖVERSIKTSPLAN 2010 för Uppsala kommun*. (Elektronisk) Tillgänglig: <http://www.uppsala.se/sv/Boendemiljotrafik/Stadsutveckling--planering/Oversiktsplanering/Oversiktsplan-2010/> (2011-09-26).

Uppsala kommun (2009a). *Underlagsrapport till ÖVERSIKTSPLAN 2010 för Uppsala kommun. Strukturrapport Uppsala*. (Elektronisk) Tillgänglig [http://www.uppsala.se/Upload/Dokumentarkiv/Extern/Dokument/Bostad\\_o\\_byggande/Oversiktsplan/Underlagsrapporter/strukturrapport\\_Uppsala.pdf](http://www.uppsala.se/Upload/Dokumentarkiv/Extern/Dokument/Bostad_o_byggande/Oversiktsplan/Underlagsrapporter/strukturrapport_Uppsala.pdf) (2011-10-21)

Uppsala kommun (2009b). *Underlagsrapport till ÖVERSIKTSPLAN 2010 för Uppsala kommun. TRAFIKANALYSER. Uppsala 2030*. (Elektronisk) Tillgänglig [http://www.uppsala.se/Upload/Dokumentarkiv/Extern/Dokument/Bostad\\_o\\_byggande/Oversiktsplan/Underlagsrapporter/Trafikanalyser\\_Uppsala\\_2030.pdf](http://www.uppsala.se/Upload/Dokumentarkiv/Extern/Dokument/Bostad_o_byggande/Oversiktsplan/Underlagsrapporter/Trafikanalyser_Uppsala_2030.pdf) (2011-10-21)

Vattenfall Värme Uppsala (2011). *Säkerhet, hälsa och miljö. Redovisning av verksamheten 2010*. (Elektronisk) Tillgänglig [http://www.vattenfall.se/sv/file/Milj\\_redovisning-Uppsala-2010.pdf\\_13795250.pdf](http://www.vattenfall.se/sv/file/Milj_redovisning-Uppsala-2010.pdf_13795250.pdf) Uppsala: Vattenfall.

WSP (2008). *Rapport 200825. Bilparksprognos i åtgärdsplaneringen. EET-scenario och referensscenario*. Version 2008-12-02

Åkerman, J. & Höjer, M. (2005). *How much transport can the climate stand? – Sweden on a sustainable path in 2050*. Stockholm: KTH

## Bilagor

### Bilaga 1. Beskrivning av transportarbetet

Genomsnittlig körsträcka i mil efter län och fordonsslag år 2009 (Trafikanalys, 2010b)

Län	Personbilar	Lastbilar			Bussar	Motorcyklar
		-3 500	3 501 -	Totalt		
Uppsala	1 338	1 481	3 640	1 806	6 622	258

Fordon i trafik efter fordonsslag och kommun vid slutet av år 2009 (Trafikanalys, 2011a)

Kommun- kod	Kommun	Personbilar	Lastbilar			Bussar	Motorcyklar	
			Totalvikt i kg	3 501 -	Totalt			
0305	HÅBO	9 444	916	176	1 092	17	11	777
0319	ÄLVKARLEBY	4 537	314	69	383	9	1	373
0330	KNIVSTA	6 870	482	67	549	4	0	498
0331	HEBY	7 262	938	149	1 087	8	23	505
0360	TIERP	10 177	1 180	210	1 390	8	64	730
0380	UPPSALA	74 108	5 991	958	6 949	21	344	3 781
0381	ENKÖPING	19 827	2 355	374	2 729	8	23	1 519
0382	ÖSTHAMMAR	11 073	1 352	247	1 599	4	14	967
	<b>Uppsala län</b>	<b>143 298</b>	<b>13 528</b>	<b>2 250</b>	<b>15 778</b>	<b>79</b>	<b>480</b>	<b>9 150</b>

Utifrån dessa uppgifter kan vi göra en uppskattning över det totala antalet fordonskilometer inom olika fordonskategorier i Uppsala län år 2009. Observera att traktorer och mopeder inte är medtagna på grund av att de saknas i statistiken över genomsnittlig körsträcka.

Personbilar: 143 298 st \* 13380 km = 1917327240 fordonskm

På samma sätt:

Lastbil, lätt: 200349680 fordonskm

Lastbil, tung: 81900000 fordonskm

Buss: 31785600 fordonskm

Motorcykel: 2360700 fordonskm

Hur allokeras till Uppsala kommun? Förslag: Allokeras efter fordon i trafik.

Exempel:

Totala antalet personbilar inom Uppsala län: 143 298. I Uppsala kommun: 74 108. Detta innebär att  $74\ 108 / 143\ 289 = 52\ %$  av totala antalet fordonskilometer för personbilar allokeras till Uppsala kommun.

Resultat:

Personbil: 52 %

Lastbil, lätt: 44 %

Lastbil, tung: 43 %

Buss: 72 %

Motorcykel: 41 %

I antal fordonskm innebär detta:

Personbil:  $0,52 * 1917327240 = 997010165$

På samma sätt:

Lastbil, lätt: 88153859

Lastbil, tung: 35217000

Buss: 22885632

Motorcykel: 967887

## **Bränsleförbrukning**

### **Personbil**

**Uppsalas personbilsflotta 2009 (Trafikanalys 2010a)**

Bensin	Diesel	El	Etanol- hybrid/E85	Övriga hybrider	Naturgas/Biogas	Övriga	Totalt
63 538	7 513	3	2 614	265	175	0	74 108

Fördelar antal fordonskilometer enligt antal, dvs.  $63\ 538/74\ 108 = 85,7\ %$  av fordonskilometrarna utgörs av bensinbil.

### Bränsleförbrukning personbil (Sigurdsson, 2011)

Personbilar: liter/mil	Bränsle	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Uppsala kommun	Bensin	0,83	0,88	0,87	0,84	0,85	0,83	
	Diesel	0,66	0,72	0,72	0,69	0,68	0,68	

Enligt konsumentverket (Konsumentverket, 2011) drar en etanolbil cirka 35 % mer bränsle när den körs på enbart etanol. Det antas att alla etanolhybrider enbart använder sig av etanol som drivmedel. Förbrukningen sätts till  $1,35 * 0,83 = 1,12 \text{ l/mil} = 0,112 \text{ l/km}$

Antar att förbrukningen av biogas ligger på  $7.0 \text{ m}^3/100 \text{ km}$ . Detta är en uppskattning efter jämförelse av en rad biogasbilar (Miljöfordon.se, 2011).

Antar att bensinförbrukning för en elhybrid är 35 % lägre än för en genomsnittlig bensinbil (Miljöfordon.se, 2008)

Antar att elförbrukningen för en elbil är  $2 \text{ kWh/mil}$  (Svensk energi, 2011).

### Buss

Siffror från 2009.

#### GUB/stadstrafiken:

Källa: Burström (2011)

Diesel:

55 ledbussar, snittförbrukning 4,98 liter/mil. 3 744 197 km tot.

49 standard bussar, snittförbrukning 4,06 liter/mil. 2 325 486 km tot.

23 st småbussar för färdtjänst, 1,12 liter/mil. 594 018 km.

3 st utbildningsbussar, snittförbrukning 3,96 liter/mil. 32 613 km

Totalt antal fordonskm: 6 696 314, varav ledbuss 55,9 %, standardbuss 34,7 %, småbuss 8,9 % och utbildningsbuss 0,5 %. Detta ger en total snittförbrukning på  $0,559 * 4,98 + 0,347 * 4,06 + 0,089 * 1,12 + 0,005 * 3,96 = 4,31 \text{ liter/mil}$ .

Gasbussar

4 ledbussar. 226 639 km tot.

41 normalbussar. 2 475 385 km tot.

7 midibussar. 101 553 km tot.

Totalt antal fordonskm: 2 803 577

Förbrukningen biogas 1 390 173 m<sup>3</sup>, naturgas 252 792 m<sup>3</sup>. Energiinnehållet i gaserna är nästintill likadant. Totala utsläppen av koldioxid från naturgasanvändningen uppgick till 462 609 kg. Antar en total förbrukning om 1 390 173 + 252 792 = 1 642 965 m<sup>3</sup> biogas och ett utsläpp från denna om 462 609 kg CO<sub>2</sub>e/1 642 965 m<sup>3</sup> = 0,2816 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup>. Totala förbrukningen per fordonskm blir 1 642 965 m<sup>3</sup>/2 803 577 km = 0,586 m<sup>3</sup>/fordonkm.

Övrigt

8 st bussar för regiontrafik, snittförbrukning 4.21 liter/mil. 132 527 km.

### UI/Regionbuss:

Snittförbrukning (2008): 4,93 l/mil (dieseldriven ledvagn), 4 l/mil (dieseldriven kortvagn), 6 m<sup>3</sup>/mil (gasdriven buss) (Sigurdson, 2011)

Antar 4,5 l/mil i snittförbrukning (diesel), 5,86 m<sup>3</sup>/mil för gasdriven buss (samma som stadstrafiken)

Eftersom att data från regionbussbolagen inte inkommit antas det att allt övrigt trafikarbete (för bussar) sker med regiontrafiken.

### Motorcykel

Uppskattar bensinförbrukningen till 0,6 l/mil (Åkesson, 2007).

### Lastbilar

Lastbilar i trafik i Sverige efter drivmedel och totalvikt år 2009 (Trafikanalys, 2011)

Bensindrivna			Dieseldrivna			Övriga bränslen			Totalt		
Totalvikt i kg											
-3 500	3 501 -	Totalt	-3 500	3 501 -	Totalt	-3 500	3 501 -	Totalt	-3 500	3 501 -	Totalt
98 553	1 370	99 923	332 750	76 395	409 145	5 030	478	5 508	436 333	78 243	514 576

Lastbilar i trafik i Sverige efter drivmedel (Trafikanalys, 2011)

Vid slutet av år	Bensin	Diesel	El	Etanol hybrid/ E85	Övriga hybrider	Naturgas/ Biogas	Övriga	Totalt
2009	99 923	409 145	152	1 067	71	4 146	72	514 576

Fördelning av antalet fordonskm.

Lätta lastbilar:

98 553 bensin, 332 750 diesel, 5030 övriga. Dvs. 22,6 % bensin, 76,3 % diesel, 1,1 % övrigt. Eftersom att andelen alternativa bränslen är så pass låg försummas dessa under basåret. De ersätts med dieselfordon.

Tunga lastbilar:

1 370 bensin, 76 395 diesel, 478 övriga. Dvs. 1,8 % bensin, 97,6 % diesel, 0,6 % övrigt. Eftersom att andelen alternativa bränslen är så pass låg försummas dessa under basåret. De ersätts med dieselfordon.

OBS! siffrorna avser hela Sverige. Antar överförbart på Uppsala.

För lastbilar är det svårt att hitta statistik över bränsleförbrukning. Följande värden hämtas från trafikverket. Resultatet kommer från modellen Artemis (Trafikverket, 2010).

**Bränsleförbrukning olika fordon (Trafikverket, 2010)**

Bränsleförbrukning 2009, l/100km	Bensin	Diesel	Medel
Personbil	8,7	6,7	8,3
Lätt lastbil	9,5	10	10
Landsvägsbuss		21	21
Stadsbuss		32	32
Lastbil utansläp bensin		23	23
Lastbil medsläp diesel		41	41
Motorcykel	6,3		6,3
Moped	2,5		2,5

Jag antar att ovanstående siffror är rimliga och att alla tyngre lastbilar är en blandning av sådana med och utan släp. Detta ger en antagen förbrukning om 32 l/100 km (samma för bensin- och diesellastbil).

## Långväga resande

### Flyg:

Siffror medelvärden från 2007/2008

Antaganden:

Antaganden görs för bland annat flygsträcka (till olika destinationer), vilken flygplanstyp som används och hur många personer (i genomsnitt) som färdas i planen.

En charterresa inom Europa antas vara 6 000 km tur och retur (tor), en reguljärresa 2 000 km tor. Interkontinentala resor antas vara 14 000 km tor, såväl charter- som reguljärflyg. För inrikesflyg antas att flyglängden är 1 000 km tor. Uppsala kommun har köpt uppgifter från Resurs AB avseende statistik om Uppsalabornas långväga semesterresor. Statistiken kommer från resvaneundersökningar (Sigurdson, 2011).

Klimatpåverkan från flyget beräknas som CO<sub>2</sub> multiplicerat med en faktor för ”klimatpåverkan”. Utsläppen vid hög höjd beräknas ha en större klimatpåverkan än vid marknivå. Korta inrikesresor, låg höjd: faktor 1,4. Utrikesresor, hög höjd: faktor 1,8 (Sigurdson, 2011).



Antagen beläggning: Europa Charter 90 %, Europa Reguljär 65 %, Interkontinental Charter 90 %, Interkontinental Reguljär 65 %, Inrikes 65 % (Sigurdson, 2011).

Antaget bränsle: Flygfotogen (JET 1A) 3.3 kg CO<sub>2</sub>e/kg (NTM, u.å.).

B737-800: Antagen bränsleförbrukning 26 020 l/5 765 km = 4,51 l/km (Boeing, u.å.a)

A330-300: Antagen bränsleförbrukning 97 530 l/10 800 km = 9.03 l/km (Airbus, u.å.)

B737-600: Antagen bränsleförbrukning 26 020 l/5 970 km = 4,36 l/km (Boeing, u.å.b)

**Semesterresor flyg baserade på resvaneundersökningar från år 2007 och år 2008 (Sigurdson, 2011)**

	Europa Charter	Europa Reguljär	Interkontinental Charter	Interkontinental Reguljär	Inrikes
Km tur och retur (tor)	6 000	2 000	14 000	14 000	1 000
Antal resor tor	64 000	159 000	20 000	73 000	114 000
Antal personkm tor	384 000	318 000 000	280 000 000	1 022 000 000	114 000
Flygplan	B737-800	B737-800	A330-300	A330-300	B737-600
Passagerare per flygplan	146	105	302	218	72
Antal fordonskm totalt	2 630 000	3 082 000	930 000	4 690 000	792 000

Observera att värdena i tabellen avser två år (två olika resvaneundersökningar).

Räkneexempel (Europa Charter): 6 000 km tor \* 64 000 tor resor = 384 000 000 personkm tot. B737-800. Antaget antal passagerare/flyg: 146 st → 384 000 000 personkm /161 personer/flyg = 2 630 000 flygkm tot. Detta avser två år → 2,63/ 2 = 1 315 000 flygkm

**Affärsresor flyg baserade på resvaneundersökningar från år 2007 och år 2008 (Sigurdson, 2011)**

	Europa	Interkontinental	Inrikes
Km tur och retur (tor)	2 000	14 000	1 000
Antal resor tor	34 072	11 357	18 821
Antal personkm tor	68 144 000	159 000 000	18 821 000
Flygplan	B737-800	A330-300	B737-600
Passagerare per flygplan	105	218	110
Antal fordonskm totalt	649 000	729 000	171 000

## Färja:

Siffror från 2008. Antaget bränsle: Bunkerolja. Emissionsfaktor: 3,1 kg CO<sub>2</sub>e/kg (NTM, u.å.)

Semesterresor färja baserade på resvaneundersökningar från år 2008 (Sigurdson, 2011)

	Finland	Åland	Lettland	Estland
Km tor	878	307	985	804
Antal resor tor	18 000	54 000	13 000	6 000
Antal personkm tor	15 800 000	16 600 000	12 800 000	4 800 000
passagerare per färja	1 560	1 500	1 200	1 800
Bränsleförbrukning (ton/km)	0,044	0,078	0,024	0,044
Antal fordonskm totalt	10 100	11 100	10 700	2 700

## Bil, husbil och buss:

Siffror från 2007/2008

Antaganden:

Genomsnittlig bränsleförbrukning för fordonen, längden på resorna. Data från resvaneundersökningar utförda av Resurs AB har använts (Sigurdson, 2011).

Utrikes semesterresor med bil, husbil och buss år 2007 och år 2008 (Sigurdson, 2011)

	Personbil, bensin	Personbil, diesel	Husbil, bensin	Husbil, diesel	Buss
Km tor	4 000	4 000	6 000	6 000	6 000
Antal resor tor	42 750	2 250	3 500	3 500	3 000
Antal personkm tor	171 000 000	9 000 000	21 000 000	21 000 000	18 000 000
passagerare per fordon	2,5	2,5	2,5	2,5	20
Bränsleförbrukning (l/km)	0,085	0,068	0,131	0,131	0,41
Antal fordonskm totalt	68 400 000	3 600 000	4 200 000	4 200 000	450 000

Inrikes semesterresor med bil, husbil och buss år 2007 och år 2008 (Sigurdson, 2011)

	Personbil, bensin	Personbil, diesel	Husbil, bensin	Husbil, diesel	Buss
Km tor	446	446	1 000	1 000	558
Antal resor tor	1 563 700	82 300	7 600	400	124 000
Antal personkm tor	697 410 000	36 706 000	7 600 000	400 000	69 200 000
passagerare per fordon	2,5	2,5	2,5	2,5	20
Bränsleförbrukning (l/km)	0,085	0,068	0,131	0,131	0,41
Antal fordonskm totalt	139 500 000	7 342 000	3 040 000	80 000	3 500 000

## Emissionsfaktorer

Räknar enbart i koldioxidekvivalenter.

Bensin: Antar E5. 0,257 kg/kWh

Diesel: Antar 5 % RME. 0,256 kg/kWh

Etanol: Antar E85. 0,053 kg/kWh.

El: Antar Nordisk Elmix 2000-04. 0,1045 kg/kWh

Biogas: 0 kg/kWh.

Emissionsfaktorerna kommer från KTH (Sigurdson, 2011).

## Referenser

Airbus (u.å.). *Dimensions and Key Data*. (Elektronisk). Tillgänglig <http://www.airbus.com/aircraftfamilies/passengeraircraft/a330family/a330-300/specifications/> (2011-12-22)

Boeing (u.å.a). *737-800 Technical Characteristics*. (Elektronisk) Tillgänglig [http://www.boeing.com/commercial/737family/pf/pf\\_800tech.html](http://www.boeing.com/commercial/737family/pf/pf_800tech.html) (2011-12-22)

Boeing (u.å.b). *737-600 Technical Characteristics*. (Elektronisk) Tillgänglig [http://www.boeing.com/commercial/737family/pf/pf\\_600tech.html](http://www.boeing.com/commercial/737family/pf/pf_600tech.html) (2011-12-22)

Burström, Jan. (2011). *Mejlkontakt*. Uppsala: Gamla Uppsala Buss

Konsumentverket (2011). *Drivmedel*. (Elektronisk) Tillgänglig <http://www.konsumentverket.se/bilar/Nybilsguiden/Drivmedelochutslapp/Drivmedel/> (2011-09-27).

Miljöfordon.se (2011). *Fordon*. (Elektronisk) Tillgänglig [http://www.miljofordon.se/fordon.aspx?bransle=19&marke=0&definition=0&ncap\\_krocktest=0&ncap\\_gaende=0&wiplash\\_skydd=0&fordonstyp=1&antisladd=0&iMenuID=407&jamfor\\_bilar=0&storleksklass=&kaross=](http://www.miljofordon.se/fordon.aspx?bransle=19&marke=0&definition=0&ncap_krocktest=0&ncap_gaende=0&wiplash_skydd=0&fordonstyp=1&antisladd=0&iMenuID=407&jamfor_bilar=0&storleksklass=&kaross=) (2011-09-27).

Miljöfordon.se (2008). *Elhybridfordon och laddhybrider*. (Elektronisk) Tillgänglig <http://www.miljofordon.se/miljoaspekter/miljofakta/elhybrid-och-laddhybrider.aspx> (2011-09-27)

NTM (u.å.). *Fuels. Background*. Nätverket för Transporter och Miljön. (Elektronisk) Tillgänglig <http://www.ntmcalc.se/index.html> (2011-10-26)

Sigurdsson, B. (2011). *Att beräkna och följa växthusgasutsläpp och energianvändning i en kommun och i Uppsala specifikt*. Uppsala: Uppsala kommun

Svensk energi (2011). *Laddningsinfrastruktur för laddhybrider, elbilar och andra elfordon*. (Elektronisk) Tillgänglig <http://www.svenskenergi.se/sv/Vi-arbetar-med/Elproduktion/Elfordon/Laddningsinfrastruktur-for-elfordon/> (2011-09-27).

Trafikanalys (2011). *Fordon 2009*. (Elektronisk) Tillgänglig <http://www.trafa.se/Statistik/Vagtrafik/Fordon/> (2011-09-27).

Trafikanalys (2010a). *Fordon i län och kommuner 2009/2010*. (Elektronisk) Tillgänglig <http://www.trafa.se/Statistik/Vagtrafik/Fordon/> (2011-09-26).

Trafikanalys (2010b) *KÖRSTRÄCKKOR 2009*. (Elektronisk) Tillgänglig <http://www.trafa.se/Statistik/Vagtrafik/Korstrackor/Korstrackor-baserade-pa-matarstallningsuppgifter/> (2011-09-26).

Trafikverket (2010). *Bilaga 6:1 Emissionsfaktorer, bränsleförbrukning och trafikarbete för år 2009*. (Elektronisk) Tillgänglig [http://www.trafikverket.se/TrvSeFiler/Privat/Miljo/Halsa/Luft/handbok\\_for\\_vagtrafikens\\_luft\\_foreningar/kapitel\\_6\\_bilagor\\_emissionsfaktorer\\_2009\\_2020\\_2030.pdf](http://www.trafikverket.se/TrvSeFiler/Privat/Miljo/Halsa/Luft/handbok_for_vagtrafikens_luft_foreningar/kapitel_6_bilagor_emissionsfaktorer_2009_2020_2030.pdf) (2011-09-27).

Åkesson, Per (2007). *Motorcyklar*. (Elektronisk) Tillgänglig <http://www.abc.se/~pa/txt/mc.htm> (2011-12-22)

## Bilaga 2. Delar som för närvarande inte är aktiva i modellen

I denna bilaga ges en kort beskrivning över delar som finns med i modellen, men som för närvarande är avaktiverade. Detta på grund av risker för dubbelräkning av energianvändning och klimatgasutsläpp samt oklara framtidsuppskattningar.

För kategorin Flerbostadshus tillkommer även en egen kategori: *deltagare*. Denna införs för att specifika organisationer och företag inom Uppsala kommun ska kunna urskiljas ur mängden. Dessa organisationer och företag samarbetar med Uppsala kommun inom ramarna för *Uppsala klimatprotokoll*, vars mål är att sänka energianvändningen och minska klimatpåverkan i Uppsala (Uppsala kommun, 2011d).

Deltagande företag inom kategorin *flerbostadshus* är för närvarande endast *Uppsalahem*. Detta för att det i dagsläget är oklart om privata aktörer ska delta i denna modell över Uppsalas energisystem. Således är det för närvarande endast företag/organisationer med direkt anknytning till Uppsala kommun eller offentlig verksamhet som deltar i modelleringsarbetet.

Uppsalahem hade år 2009 en total förbrukning om 27 423 800 kWh el, 141 300 000 kWh fjärrvärme, 5 439 100 kWh olja (uppvärmning) och 1 281 100 kWh pellets (Hållbarhetsportalen, 2011). Totala beståndet uppgår till cirka 13 200 lägenheter.

Även den offentliga sektorn är uppdelad på kategorierna *deltagare* och *övriga*. I kategorin *deltagare* ingår Uppsala kommun (med flera underorganisationer), *Akademiska Sjukhuset*, *Uppsala Universitet* och *SLU*. Dessa deltagare står för en stor andel av den totala energiförbrukningen inom den offentliga sektorn i Uppsala.

Observera dock att det är oklart till vilken kategori vissa användare ska knytas. Verksamheterna är i många fall gränsöverskridande. Exempelvis så förbrukar Uppsala kommun i sig mer fjärrvärme (Hållbarhetsportalen, 2011) än vad Vattenfall levererar till hela kategorin offentlig sektor inom Uppsala kommun (Karlsson, 2011). Detta beror på att Uppsala kommun exempelvis äger industri- och handelslokaler, varför det kan bli ”fel” i statistiken. Aktörer använder sig av olika beteckningar för samma verksamhet. Detta gör det mycket svårt att ordna verksamheter under specifika kategorier. Man kan därför inte anta att de organisationer som placeras i en viss kategori enbart står för en del av den kategorins energianvändning. Man får se upp så man inte ”dubbelräknar”.

Uppsala kommun är en stor organisation med verksamhet inom ett flertal olika områden. Följaktligen blir energiförbrukningen hög. Energianvändningen presenteras nedan.

### Energianvändning Uppsala kommun (Hållbarhetsportalen, 2011)

Kategori	Fjärrvärme	Fastighetsel	Fjärrkyla	Olja (uppvärmning)	Pellets (uppvärmning)
Förbrukning (kWh)	261 600 972	148 631 649	535 009	8 034 131	7 291 800

Akademiska Sjukhuset är den största enskilda energiförbrukaren inom landstinget i Uppsala län. Energiförbrukningen är uppdelad i el, fjärrvärme, fjärrkyla och ånga. En sammanställning av energianvändningen ges nedan.

**Energianvändning Akademiska sjukhuset (Hållbarhetsportalen, 2011)**

Kategori	Fjärrvärme	Fastighetsel	Fjärrkyla	Ånga
Förbrukning (kWh)	44 611 000	48 158 500	7 222 500	3 553 050

Uppsalas två universitet är stora energiförbrukare inom kommunen. En sammanställning av energianvändningen inom både UU och SLU ges nedan

**Energianvändning SLU (Hållbarhetsportalen, 2011)**

Kategori	Fjärrvärme	Fastighetsel	El för produktion	Träflis (uppvärmning)	Pellets (uppvärmning)	Olja (uppvärmning)	Fjärrkyla
Förbrukning (kWh)	26 679 450	17 171 099	6 505 093	6 466 904	348 180	150 941	12 961

**Energianvändning UU (Hållbarhetsportalen, 2011)**

Kategori	Fjärrvärme	Fastighetsel	Fjärrkyla	Bensin
Förbrukning (kWh)	47 109 109	50 664 150	419 540	116 155

Samtliga siffror från kategorin deltagare är medelvärden från åren 2009/2010. Transporter tas inte med.

**Referenser**

Hållbarhetsportalen (2011). *Hållbarhetsredovisning*. (Elektronisk) Tillgänglig <http://www.hallbarhetsportalen.se/> (2011-12-22)

Karlsson, Anna. (2011). *Mejlkontakt*. Uppsala: Vattenfall AB Värme Uppsala

Uppsala kommun (2011d). *Uppsala klimatprotokoll – tillsammans når vi längre*. (Elektronisk) Tillgänglig: <http://www.uppsala.se/klimatprotokollet> (2011-09-26).

### **Bilaga 3. Förslag till potentialscenarion**

Länsstyrelsen i Uppsala län har startat ett projekt med målet att sänka användandet av drivmedel för arbetsmaskiner med 10 %. I dagsläget ökar utsläppen från arbetsmaskiner i stadig takt. Minskningen i drivmedelsanvändning ska uppnås genom bättre planering av arbeten och genom sparsam körning (Länsstyrelsen Uppsala län, 2011). Med detta i åtanke görs ett antagande om att utsläppen från arbetsmaskiner år 2030 är 10 % lägre än i basåret.

Inom de närmaste 10-15 åren ska man kunna minska utsläppen av metan från idisslare med 5-10 %, minska lustgasavgången från jordbruksmark med 10-15 % och halvera utsläppen av metan och lustgas från gödsel (LRF, u.å.).

År 2030 antas en minskning om utsläppen av metan från idisslare med 10 %, en minskning av lustgasavgång med 15 % och ett halverat utsläpp från gödsel.

År 2009 installerades en lustgasrening hos förlossningen på Akademiska sjukhuset. Mätningar visar att 99 % av lustgasen renas. Man har även pratat om att införa liknande teknik i exempelvis ambulanser och för barnsjukvård. Under en förlossning går det åt cirka 1 kg lustgas (motsvarande 310 kg koldioxid) (Mynewsdesk, 2011). I modellen tolkas detta som att utsläppen av lustgas borde vara betydligt lägre än under basåret. Ett antagande görs om att utsläppen minskar med 80 % fram till 2030.

#### **Referenser**

LRF (u.å.). *LRF arbetar för minskade utsläpp*. (Elektronisk) Tillgänglig  
<http://www.lrf.se/Miljo/Klimat/Fakta-om-jordbruk-och-klimat/> (2011-10-13)

Länsstyrelsen Uppsala län (2011). *Sparsam körning av arbetsmaskiner spar energi och miljö*. (Elektronisk). Tillgänglig  
<http://www.lansstyrelsen.se/uppsala/Sv/nyheter/2011/Pages/sparsam-korning-av-arbetsmaskiner-spar-energi-och-miljo.aspx> Uppsala: Länsstyrelsen

Mynewsdesk (2011). *Akademiska inför effektivare lustgasrening på förlossningen*. (Elektronisk). Tillgänglig  
[http://www.mynewsdesk.com/se/pressroom/akademiska\\_sjukhuset/pressrelease/view/akademiska-infoer-effektivare-lustgasrening-paa-foerlossningen-621620](http://www.mynewsdesk.com/se/pressroom/akademiska_sjukhuset/pressrelease/view/akademiska-infoer-effektivare-lustgasrening-paa-foerlossningen-621620) (2011-10-06)

## Bilaga 4. Vattenfalls allokering av tillförd energi på produkter

### Allokering av tillförd energi på produkter 2008 (Karlsson, 2011)

Tillförd energi (bränslen och drift)	Totalt MWh	Fjv MWh	El MWh	Ånga MWh	Fjk MWh
El	112320	97826	4280	5944	4270
Olja	55462	43284	11254	839	84
Torv	780503	555673	224830	0	0
Trä	37991	28600	9167	203	20
Avfall	1100252	928431	0	156137	15684
Spillvärme	28433	28433	0	0	0
Summa tillfört	2114961	1682247	249531	163123	20059
Produktion	1794720	1453979	196697	118580	25464
Leverans	1603797	1286772	196697	94864	25464

### Allokering av tillförd energi på produkter 2009 (Karlsson, 2011)

Tillförd energi (bränslen och drift)	Totalt MWh	Fjv MWh	El MWh	Ånga MWh	Fjk MWh
El	111416	97164	5209	4382	4661
Olja	48058	37428	10008	523	98
Torv	848367	609003	239364	0	0
Trä	40263	30798	9241	189	35
Avfall	1062261	910115	0	128215	23931
Spillvärme	39219	39219	0	0	0
Summa tillfört	2149584	1723728	263822	133309	28725
Produktion	1917556	1555576	227661	100524	33794
Leverans	1715431	1377242	227661	80420	30108

### Referenser

Karlsson, Anna. (2011). *Mejlkontakt*. Uppsala: Vattenfall AB Värme Uppsala