

Livscykelanalys av bildkonferens

- en jämförelse med andra kommunikationssätt

En fallstudie på uppdrag av Telia

Ulf Östermark och Elin Eriksson
Chalmers Industriteknik



Förord

Denna rapport är avsedd för läsare med grundläggande kunskaper i livscykelanalys (LCA) och kan vara av intresse för den som vill ta del av en fallstudie inom teletjänstsektorn. Rapporten är en nerkortad version av en slutrapport för internt bruk inom Telia (Östermark och Eriksson, 1998). Livscykelanalysen som ligger till grund genomfördes mellan maj 97 och mars 98. Denna rapport innehåller beskrivningar av metod, tekniska system och använda data, samt redovisar resultat, känslighetsanalys och slutsatser. Konfidentiella inventeringsdata och uppgifter om uppgiftslämnare redovisas inte.

Livscykelanalysen har granskats av Lars-Gunnar Lindfors, IVL. Granskarens omdöme återges i denna rapport, men avser alltså den mer omfattande interna rapporten.

Vi vill rikta ett stort tack till Telia som beställt arbetet och Telias medarbetare som deltagit i arbetet. Såväl styrgruppens medlemmar, Sten Ekemål, Catherine Karagianni, Sonja Phragmén, Christina Schnell och Mikael Svingby, (VBB Viak), som arbetsgruppens medlemmar, Christer Ahlquist, Tommy Bech-Kristensen, Olle Englund, Peter Hederén, Flemming Hedén, Berit Heyman, Lovisa Jimmerfors, Dag Lundén, Roger Lundgren, Ann-Britt Nilsson, Magnus Ohlgren och Eva Wesslén. Stort tack också till Rickard Sideryd som utförde handgriplig demontering av utrustning.

I samband med denna studie hade vi även förmånen att få utbilda några av Telias projektdeltagare i praktiskt genomförande av LCA. Det är med glädje och stolthet som vi sedan som handledare fått följa deras fortsatta arbete med LCA av fler teletjänster. Kontakta Flemming Hedén (Flemming.A.Heden@Telia.se) för mer information om detta.

Göteborg 1999-02-17

Chalmers Industriteknik, Ekologik

Ulf Östermark

Elin Eriksson



Rapport från granskningen av studien "Livscykelanalys av bildkonferens - en jämförelse med andra kommunikationssätt"

Granskare: Lars-Gunnar Lindfors, Institutet för Vatten- och Luftvårdsforskning (IVL),
Box 210 60, S-100 31 STOCKHOLM

Uppdraget

Undertecknade Lars-Gunnar Lindfors, IVL, har på uppdrag av TeliaTeleCom AB genomfört en granskning av rubricerade livscykelanalys av bildkonferens, som genomförts av CIT Ekologik. Granskningen har avsett metodikval och rapportering, dock ej kvalitet på använda numeriska data annat än i metodikfrågor.

Granskningsarbetet

Granskningsarbetet har genomförts i flera steg. Utkast till inledande kapitel i slutrapporten innehållande studiens målbeskrivning översändes till granskaren i början av januari 1998 för eventuella kommentarer. Den egentliga granskningen påbörjades dock när ett första utkast till slutrapport förelåg i slutet av januari 1998 (märkt Göteborg 980129. Draftversion för granskning). Skriftliga detaljerade kommentarer översändes till CIT den 5 februari 1998. CIT översände en andra reviderad rapport den 17 februari 1998 (märkt Göteborg 980216. Draft 2) och kommenterade samtidigt skriftligt granskarens kommentarer. Till övervägande del har granskarens kommentarer rört rapportens transparens snarare än metodfrågor och CIT har i allt väsentligt delat granskarens synpunkter. Framförda kritiska kommentarer har också åtgärdats i den granskade slutrapporten (Draft 2).

Granskningsresultat

Studien har som övergripande mål haft att miljömässigt jämföra en bildkonferens med ett fysiskt möte som förutsätter tåg- eller flygtransporter. Telia valde ett preciserat fall som funktionell enhet, vilket i princip riskerade en kraftig begränsning av studiens generaliserbarhet. Resultaten visade sig dock vara relativt okänsliga för denna avgränsning.

De principiella avgränsningar av produktsystemet och metodval, som gjorts i studien, uppfyller tveklöst de krav, som anges i exempelvis Nordic Guidelines¹ eller EN ISO 14040:1997 för en externt riktad livscykelinventering. I rapporten anges att studien följer EN ISO 14040:1997, vilken ställer mindre detaljerade krav än exempelvis Nordic Guidelines. Alla systemgränser och antaganden är mycket väl dokumenterade och motiverade.

Begränsningar av datainsamlingsarbetet har enligt studiens förutsättningar baserats på datatillgänglighet och ej på någon formaliserad princip. Rapporten redovisar dock tydligt dataluckor, dvs att inventeringen ej är fullständig och redovisar också bedömd

¹ Nordic Guidelines on Life-Cycle Assessment. Nord 1995:20. Nordiska Ministerrådet

resultatpåverkan. Primärdata är redovisade i bilagor och rapporten ger en detaljerad och föredömlig redovisning av inventeringsresultat inklusive flöden, som ej följs till sin vagga respektive grav. Datakvalitet diskuteras tydligt.

Studien inkluderar också en miljöpåverkansbedömning - klassificering, karakterisering och viktning. Klassificering och karakterisering har genomförts i ett steg, dvs klassificeringen redovisas ej annat än i form av en lista över inkluderade påverkanskategorier. Helt i enlighet med kraven i exempelvis Nordic Guidelines diskuteras också utelämnade kategorier. Karakteriseringen utförs enligt CML Guide 92. Denna inkluderar karakterisering av human- och ekotoxicitet med en enda metod, vilket knappast är förenligt med god praxis. Resultat från viktning redovisas enligt tre olika metoder. Rapporten uppger tydligt att dessa resultat enbart medtagits för att exemplifiera metodiken. Inga slutsatser har dragits baserade på dessa beräkningar och studien avviker därmed inte från kraven i ISO-standarderna.

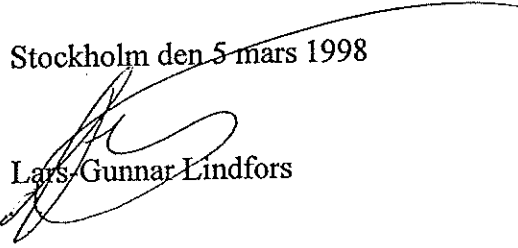
Tolkningen av resultaten redovisas tydligt och inkluderar en föredömligt väl utförd känslighetsanalys som fångar upp flertalet kritiska antaganden och avgränsningar och därmed ger ett starkt stöd till studiens slutsatser.

De slutsatser som dras är formulerade på ett balanserat sätt och motiverade av studiens resultat. Det är dock knappast möjligt att dra några ytterligare generella slutsatser utöver vad som redovisas i rapportens sammanfattning på ett tydligare sätt än i resultatdiskussionen. De osäkerheter som redovisas beror på vissa brister i datakvalitet helt enligt studiens förutsättningar.

Sammanfattningsvis konstateras att metodval, genomförande och rapportering i helhet motsvarar god praxis på området och därmed tveklöst följer kraven i EN ISO 14040:1997. Det sätt på vilket tolkning har genomförts i studien motsvarar högt ställda kvalitetskrav. Till följd av att datainsamlingsarbetet var begränsat kan dock underlaget ej självskrivet användas i andra tillämpningar utan kompletterande insatser.

Undertecknad vill slutligen framföra sin uppskattning av det stora tillmötesgående genomförarna visat granskaren under detta arbete

Stockholm den 5 mars 1998

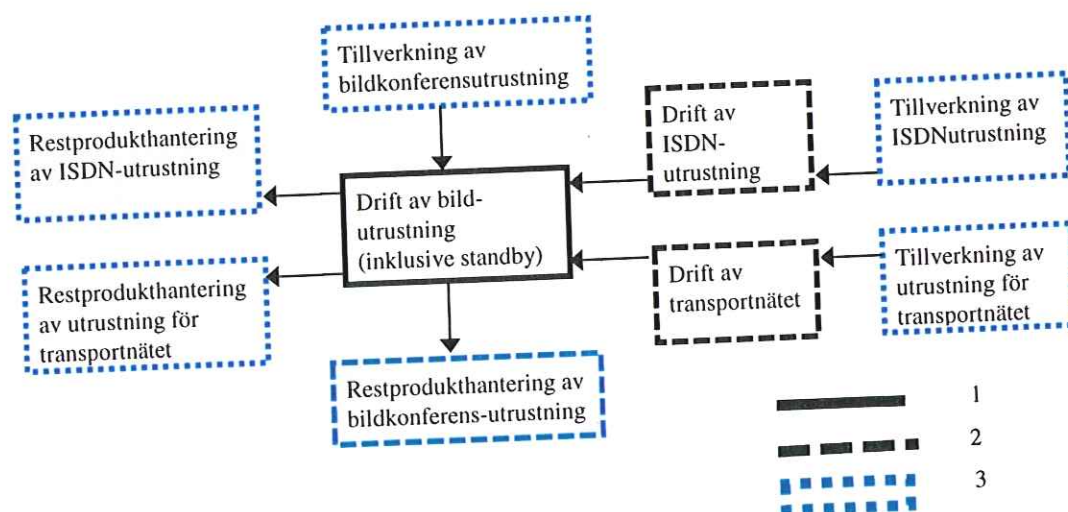

Lars Gunnar Lindfors

Sammanfattning

I detta projekt har en livscykelanalys av en bildkonferens genomförts. Resultaten är avsedda att öka Telias kunskap om kopplingen mellan användning av bildkonferenstjänsten och den yttre miljön, att utgöra underlag för extern kommunikation om bildkonferensens miljöpåverkan och för att möjliggöra en prioritering av var i systemet som miljöförbättringar skulle vara av störst betydelse.

Analysen inkluderar hela livscykeln av bildkonferensen, dvs tillverkning, restprodukthantering och drift av bild- och nätutrustning. Analysen har genomförts som en begränsad scenariostudie genom att en specifik bildkonferens där ny teknik används studeras. Telia valde detta scenario, eftersom en jämförelse mellan miljöpåverkan av en bildkonferens och ett fysiskt möte skulle ingå i studien. En bildkonferens mellan ett Teliakontor i Stockholm (Jeriko) och ett i Göteborg (Kaserntorget) jämförs med ett fysiskt möte i lokalerna i Kaserntorget. Det fysiska mötet antas förutsätta en tågresa för en person eller en flygresor inklusive flygbuss. Modern teknik i omfattande praktisk användning år 1997 studeras, vilket innebär att optoteknik valts för bildkonferensen, X2000 för tåget och flygplanstyp MD-82 för flyget. Den funktionella enhet som valts är ett 3,5 timmar långt möte, med en deltagare som befinner sig i respektive kommer från Stockholm och övriga deltagare som befinner sig i Göteborg.

Systemet för bildkonferensen beskrivs i figur i.



Figur i. Schematisk bild av systemet bildkonferens. Nivå 1, 2 och 3 beskriver en successiv utökning av systemet (1. endast drift av bildutrustningen 2. dessutom drift av ISDN-utrustningen och transportnätet 3. dessutom tillverkning, drift och restprodukthantering av bildkonferensutrustningen, ISDN-nätet och transportnätet). Nivå 3 innefattar alltså hela det studerade systemet.

För det fysiska mötet där en tågresan görs har endast driften av tåget inkluderats, dvs elförbrukning för framdrivning av tåget samt komfort (uppvärmning etc) på tåget. Övriga delar som underhåll, tillverkning och restprodukthantering av tåg, tillverkning, restprodukthantering, underhåll och drift av stationer och järnvägsbanan, etc exkluderas, eftersom data ej finns publicerade eller, vad författarna känner till, undersökta. Detsamma gäller för flygresan (endast bränsleförbrukning för flygtransporten och busstransporten inkluderats).

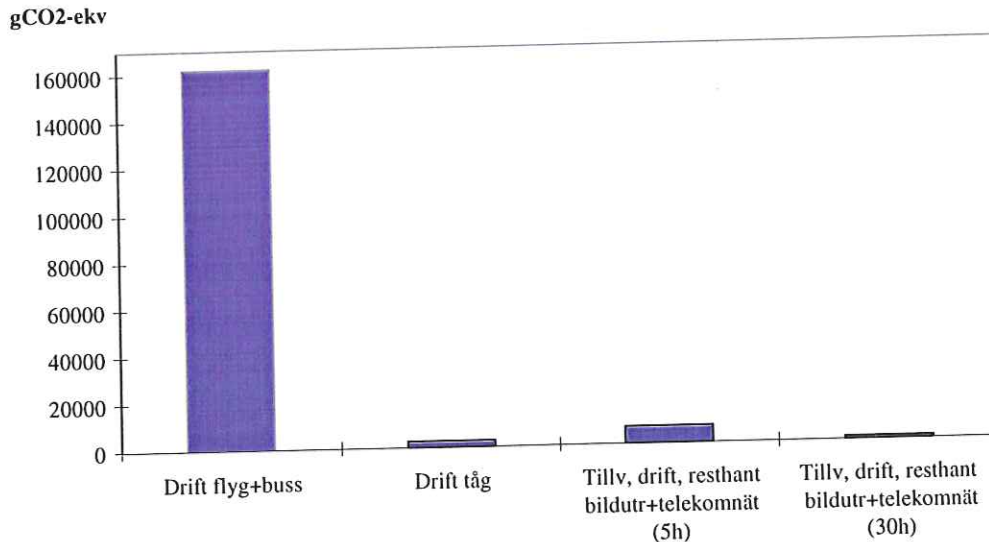
Slutsatserna av jämförelsen gäller inte för jämförelser under andra förutsättningar såsom transportavstånd, fyllnadsgrader på tåget/flyget etc. Både för den tågresan respektive flygresan som studeras är fyllnadsgraden på tåget/flyget hög. Denna faktor har naturligtvis en stor betydelse för resultatet av jämförelsen. Utnyttjandegraden av bildkonferens-utrustningen spelar också en stor roll för resultatet. Därför har två scenarier studerats; ett med 5 timmars bildkonferens per vecka och utrustning samt standby-läge på vardagarna inklusive nätter (hög standby, 115 timmar per vecka) samt ett med 30 timmars bildkonferens men med standby-läge endast när utrustningen är outnyttjad under kontorstid (låg standby, 10 timmar per vecka).

Jämförelsens huvudsakliga slutsatser

En jämförelse har gjorts mellan bildkonferensen och en resa mellan Göteborg och Stockholm. För bildkonferensen inkluderats tillverkning, transporter, resthantering och drift av bildutrustning och telekommunikationsnät (elförbrukning och kylning, ej underhåll, dvs nivå 3 i figur i). För den studerade flyg- och tågresan mellan Stockholm och Göteborg ingår endast drift av flygplan och flygbuss (bränsleförbrukning för transporten, ej underhåll) respektive drift av tåg och vagnar (elförbrukning för framdrivning och komfort, ej underhåll). Resultatet av jämförelsen är följande:

- Bildkonferensen ger ett lägre potentiellt bidrag än flygtransportens bränsleförbrukning (exklusive all annan miljöpåverkan från flygtransportssystemet) till de studerade miljöeffekterna växthuseffekt, försurning, övergödning samt fotooxidant-bildning, och ett likvärdigt till resursutarmning.
- Bildkonferensens potentiella miljöpåverkan för de studerade miljöeffekterna är ungefär likvärdig med den från tågresans elförbrukning (exklusive all annan miljöpåverkan från tågssystemet), om bildutrustningen utnyttjas ofta och stängs av mellan användningarna (hög och smart utnyttjande, scenario 30 timmar).
- Om bildutrustningen utnyttjas sällan och står i standby-läge under lång tid (scenario 5 timmar) ger bildkonferensen ett större potentiellt bidrag än tåget till de miljöeffekter som inkluderats i studien.

Dessa slutsatser exemplifieras för potentiellt bidrag till växthuseffekten i Figur ii nedan. Slutsatserna gäller inte för godtyckliga bildkonferenser, tåg- eller flygresor eftersom studien jämför en specifik bildkonferens med en specifik tåg- respektive flygresan.



Figur ii. Potentiellt bidrag till växthuseffekten från bildkonferensen jämfört med elförbrukning för tåget och bränsleförbrukning för flyget. 5h respektive 30h anger för bildkonferensen två scenarier med lågt utnyttjande och långa standbytider för bildutrustningen, respektive högt utnyttjande och korta standbytider.

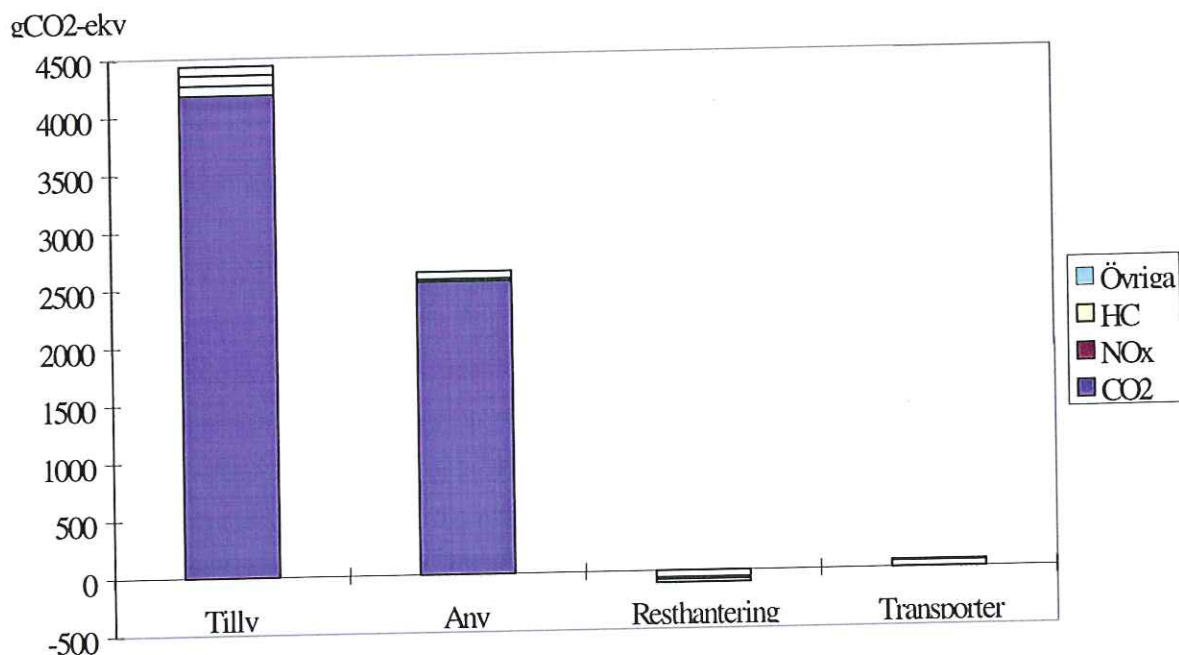
Bildkonferensens mest miljöbelastande delar

Studien har visat att de delar av bildkonferensen (för nivå 3 där hela systemet ingår) som ger de största potentiella bidragen till de olika studerade miljöeffekterna är:

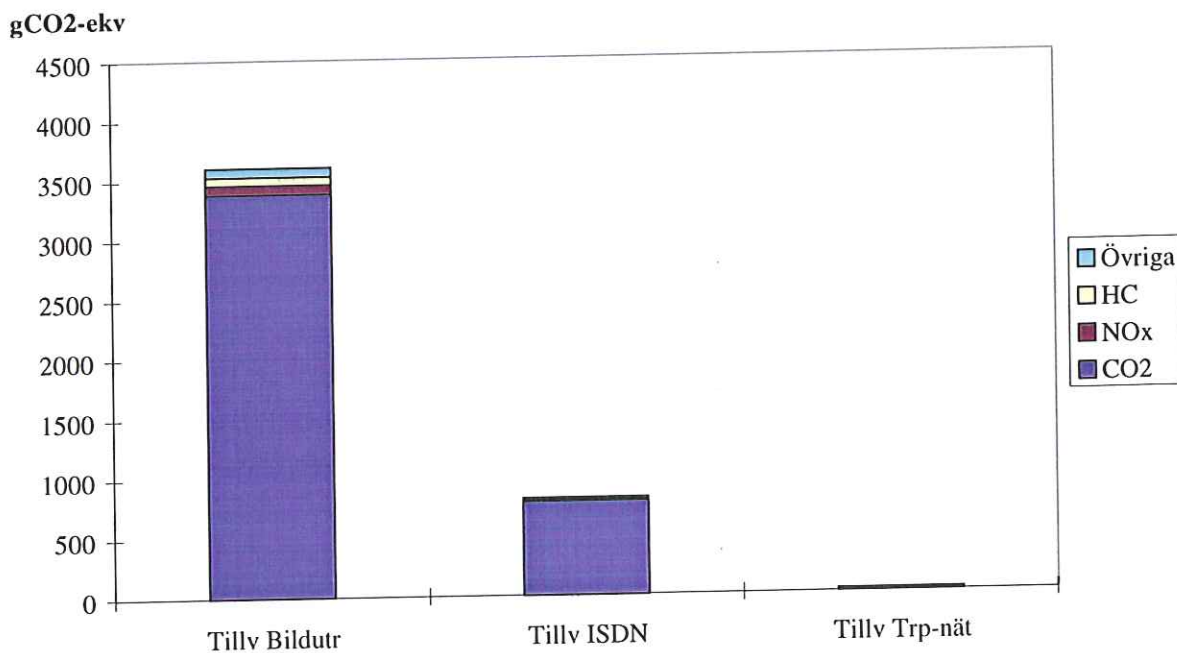
- Tillverkning av bildkonferensutrustning (utrustningen i mötesrummet: TV-monitor, videokamera, etc)
- Drift av bildkonferensutrustning
- Tillverkning av ISDN-utrustning (Integrated Service Digital Network); främst "IC"-delen, som via fastighetsnät är första länk i telenätet
- Drift av ISDN-utrustning (främst IC)

Dessa punkter exemplifieras för potentiellt bidrag till växthuseffekten i Figur iii-v.

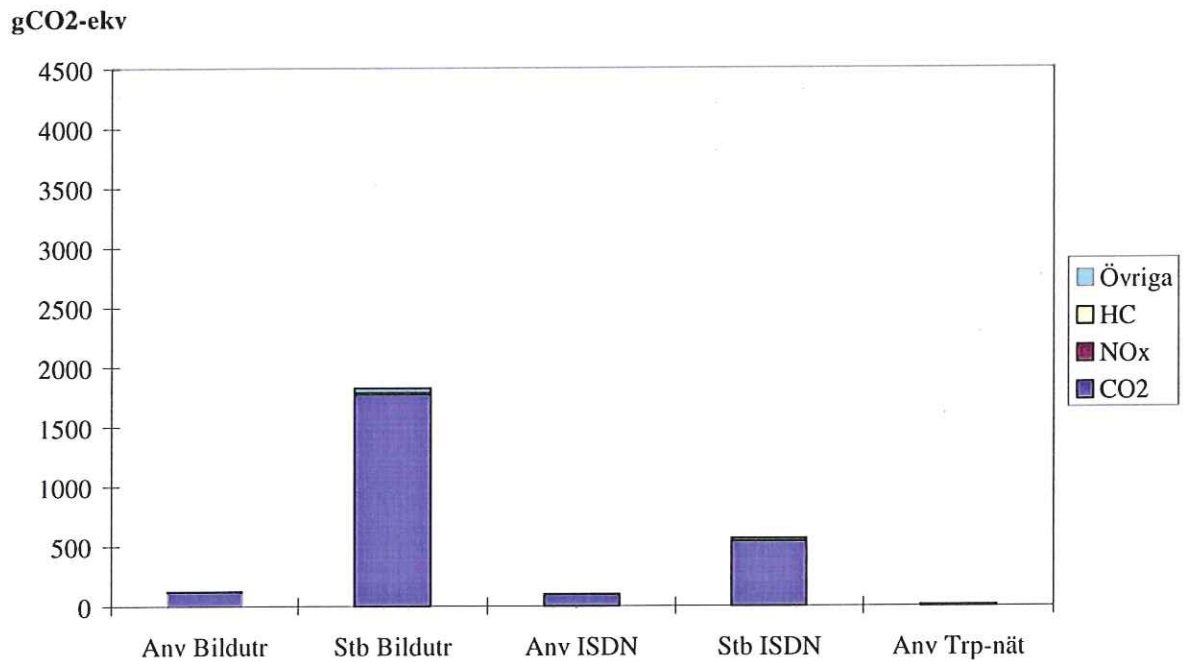
Vi ser här att tillverkning och drift av bildkonferensutrustningen har störst potentiellt bidrag till växthuseffekten. Orsakerna till den relativt höga miljöbelastningen av tillverkning och drift av utrustningen är att den i "ändarna" av kommunikationskedjan har låg nyttjandegrad och periodvis står i standby-läge. Låg nyttjandegrad gör att resurser och emissioner som uppkommit vid tillverkning skall fördelas på få timmar i aktiv drift. Långa standby-tider innebär att utrustningen använder energi som inte nyttiggörs.



Figur iii. Potentiellt bidrag till växthuseffekt för olika delar av bildkonferensen (5h). Tillverkning och användning ger de största bidragen. Transporter avser utrustning (persontransporter ingår ej). Resthantering ger ett negativt bidrag pga att material i utrustningen återvinns respektive förbränns med energiutvinning.



Figur iv. Potentiellt bidrag till växthuseffekt för tillverkning av olika delar av utrustningen som används för bildkonferensen (5h). Tillverkning av bildutrustning ger störst bidrag, följt av ISDN-utrustning. Transportnätet ger ett mycket litet bidrag.



Figur v. Potentiellt bidrag till växthuseffekt för drift av olika delar av utrustningen som används för bildkonferensen (5h). Elförbrukning i standbyläge är i detta scenario högre än i aktiv användning.

De förbättringsförslag som skulle minska den potentiella miljöpåverkan rejält inom Telias verksamhet är följande:

- att höja nyttjandegraden av bildkonferensutrustningen (och därmed även av IC-utrustningen)
- att utforma och införa enkla avstängnings- och tillslagsrutiner för bildutrustningen

Övriga förbättringsförslag innebär höjda krav på miljöanpassad produktutveckling hos leverantörer.



1. INTRODUKTION	4
1.1 INTRODUKTION TILL STUDIEN	4
1.2 LIVSCYKELANALYS	4
1.3 SAMMANFATTNING AV FÖRSTUDIEN	6
1.3.1 Förstudiens målsättningar	7
1.3.2 Förstudiens val av teletjänst och funktionell enhet	7
1.3.3 Förstudiens slutsatser	7
1.3.4 Användning av förstudien i denna studie	8
2. DEFINITION AV MÅLSÄTTNING OCH OMFATTNING	9
2.1 MÅLSÄTTNING MED STUDIEN	9
2.2 STUDIENS OMFATTNING	9
2.2.1 Val av studerad bildkonferenstjänst och fysiska transporter	9
2.2.2 Funktioner hos systemen och funktionell enhet	10
2.2.3 Beskrivning av de tekniska systemen	10
2.2.4 Systemgränser	13
2.2.5 Datakvalitet	18
2.2.6 Metod för inventering	20
2.2.7 Metod för miljöeffektbedömning	21
2.2.8 Valda antaganden och scenarier	25
2.2.9 Jämförelser mellan systemen	25
2.2.10 Granskningsförfarande	26
2.2.11 Användbarhet av denna rapport	26
3. INVENTERING	28
3.1 DEFINITIONER OCH ENHETER	28
3.2 ELEKTRICITET	28
3.2.1 Europeisk elektricitet	28
3.2.2 Svensk elektricitet	28
3.3 TRANSPORTER	29
3.3.1 Transporter av utrustning	29
3.3.2 Flyg- och tågtransport av mötesdeltagare	29
3.4 PROCESSTRÄD	31
3.5 TILLVERKNING	32
3.5.1 Bildutrustning	32
3.5.2 ISDN-utrustning	32
3.5.3 Transportnät	32
3.6 ANVÄNDNING	33
3.5.1 Bildutrustning	33
3.5.2 ISDN-utrustning	33
3.5.3 Transportnät	33
3.7 RESTPRODUKTHANTERING	34
3.8 INVENTERINGSRESULTAT	35

3.8.1 Resurser.....	35
3.8.2 Landanvändning.....	37
3.8.3 Emissioner till luft.....	37
3.8.4 Emissioner till vatten.....	38
3.8.5 Avfall.....	39
3.8.6 Inflöden ej följda till vaggan.....	41
3.8.7 Utflöden ej följda till graven.....	42
3.8.8 Interna energibärare.....	43
4. MILJÖPÅVERKANSBEDÖMNING.....	45
4.1 INTRODUKTION.....	45
4.2 BESKRIVNING AV EFFEKTKATEGORIER OCH VIKTNINGSMETODER.....	46
4.2.1 Utarmning av icke-förnyelsebara energi- och materialresurser.....	46
4.2.2 Växthuseffekt.....	47
4.2.3 Ozonuttunning.....	47
4.2.4 Försurning.....	48
4.2.5 Eutrofiering.....	48
4.2.6 Bildning av fotokemiska oxidanter.....	49
4.2.7 Mänsklig hälsa: Toxiska effekter.....	49
4.2.8 Ekotoxiska effekter.....	50
4.2.8 Viktningsmetoder (värderingsmetoder).....	51
4.3 PRESENTATION AV RESULTAT.....	52
4.3.1 Klassificering.....	52
4.3.2 Karakterisering.....	52
4.3.3 Viktning.....	103
4.3.3.2 ET-metoden.....	103
4.3.3.3 Eco-scarcity metoden.....	104
5. TOLKNING.....	105
5.1 DOMINANSANALYS.....	105
5.1.1 Resultatens koppling till intern energianvändning.....	105
5.1.2 Utarmning av icke-förnyelsebara resurser, energi.....	108
5.1.3 Utarmning av icke-förnyelsebara resurser, material.....	109
5.1.4 Växthuseffekt.....	109
5.1.5 Ozonnedbrytning.....	110
5.1.6 Eutrofiering.....	110
5.1.7 Försurning.....	111
5.1.8 Fotooxidantbildning.....	111
5.1.9 Human toxicitet.....	112
5.1.10 Ekotoxicitet.....	114
5.1.11 Viktning.....	114
5.2 KÄNSLIGHETSANALYS.....	115
5.2.1 Valda antaganden och scenarier.....	115
5.2.2 Metodval.....	117

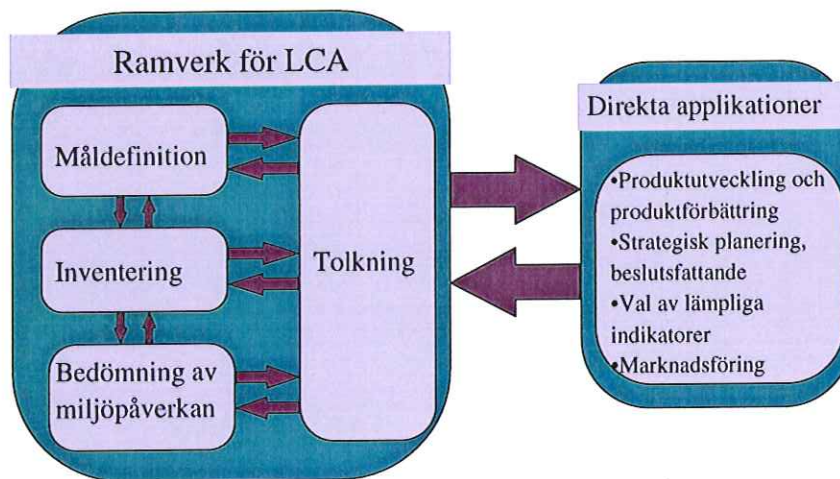
5.2.3 Dataluckor.....	118
5.3 SLUTSATSER OCH DISKUSSION	121
5.4 FÖRBÄTTRINGSFÖRSLAG.....	122
REFERENSER.....	124
BILAGA.....	127
EUROPEISK ELEKTRICITET.....	127
SVENSK ELEKTRICITET.....	129

1. Introduktion

1.1 Introduktion till studien

Denna studie (huvudstudien) har utförts av Chalmers Industriteknik, enheten Ekologik, på uppdrag av Telia. Den har föregåtts av en förstudie utförd av VBB Viak. Förstudien sammanfattas i stycke 1.3, och med undantag av det stycket beskriver hela rapporten huvudstudien. Granskningen avser enbart huvudstudien.

Huvudstudien följer kraven i den befintliga standarden från International Organization for Standardization (EN ISO 14040:1997). Ramverket för LCA enligt 14040 visas i figur 1.1 nedan.



Figur 1.1. Ramverket för livscykelanalys enligt EN ISO 14040:1997.

1.2 Livscykelanalys

Livscykelanalys (LCA) är en metod att kvantifiera den miljöbelastning som orsakas av en produkt, ett material eller en tjänst under alla faser av dess livscykel, se figur 1.2. Med miljöbelastning menas i allmänhet utsläpp av olika föroreningar, avfall samt de naturresurser som tas i anspråk.

På det internationella planet har utvecklingen av metoder för LCA främst pågått inom International Organisation for Standardisation (ISO) samt inom Society for Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC). I "Nordic Guidelines on Life Cycle Assessment" (Lindfors et al, 1995) ges rekommendationer för hur en livscykelanalys bör genomföras. Enligt SETAC och Nordic Guidelines utförs en LCA i följande steg: målbeskrivning och

omfattning, inventering, miljöpåverkansbedömning och eventuellt förbättringsanalys (se figur 1.3). I det pågående standardiseringsarbetet inom ISO ses förbättringsanalysen istället som en del av applikationen av LCA (se figur 1.1). Däremot har i ISO 14040 en fas "tolkning" lagts till de övriga, för att säkerställa att en djupgående analys av resultatens giltighet genomförs.

I definitionen av mål och omfattning redovisas syftet med studien. Den funktionella enheten, som utgör basen för beräkningarna, definieras och en metodval som styr det fortsatta arbetet redovisas.

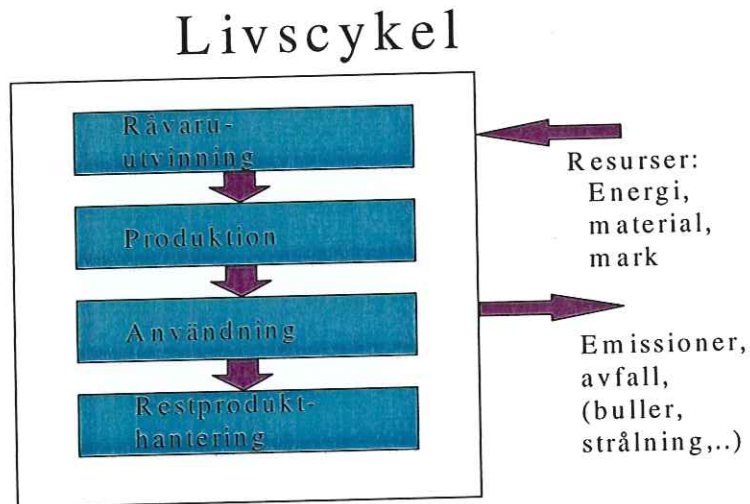
I inventeringen beräknas livscyklernas miljöbelastning.

Miljöpåverkansbedömningen kan i sig delas in i tre delfaser: klassificering, karakterisering och viktning. Klassificeringen innebär endast att de parametrar som erhålls i inventeringen sorteras efter vilka miljöeffekter de kan orsaka. I karakteriseringen beräknas (kvantifieras) hur stor påverkan de kan ha på olika miljöeffekter. En delfas normalisering kan också utföras efter karakteriseringen. Här redovisas det relativa bidraget till respektive miljöeffekt inom ett geografiskt begränsat område och inom en viss tidsperiod från den funktionella enheten. I viktningen ("weighting"), slutligen, vägs de olika miljöeffekterna eller de olika miljöbelastningsparametrarna mot varandra genom att olika miljöeffekter viktas med hjälp av exempelvis politiska miljömål, ekologisk uthållighet, betalningsvilja för att undvika miljöeffekter eller med hjälp av expertpaneler. Den sammanlagda miljöpåverkan kan då uttryckas i en enda skala. I studier som kommuniceras externt skall dock viktning som ensamt slutresultat ej användas; endast i "mycket speciella fall" enligt ISO 14040.

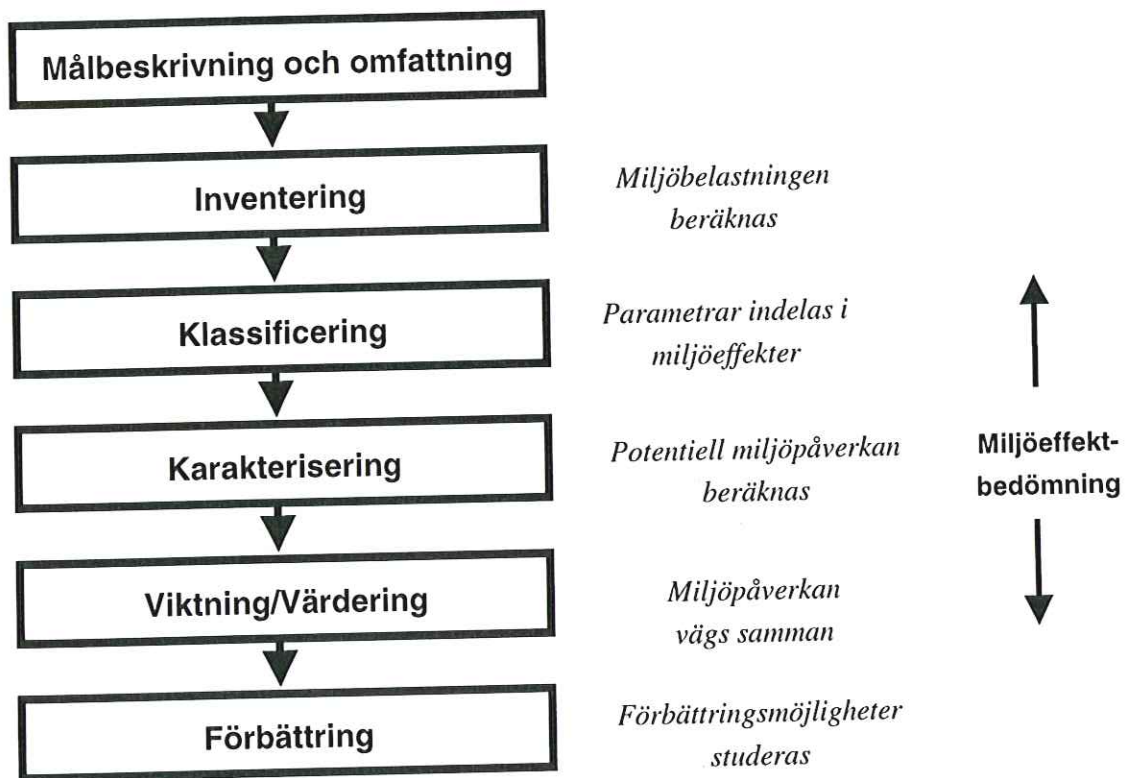
En tolkning av resultaten görs genom att resultatens användbarhet och fullständighet bland annat kontrolleras. De underliggande antagandenas påverkan på resultatet analyseras liksom resultatets känslighet för metodval. Betydelsen av dataluckor och använd datakvalitet för resultatet skall också beskrivas i tolkningsdelen. Resultatet av känslighetsanalyser och osäkerhetsanalyser som görs i andra delar av studien skall framgå i tolkningen.

I praktiken är LCA en iterativ process. I allmänhet är det först när en första effektbedömning är gjord som samtliga delar av livscykeln som ger störst potentiell miljöpåverkan är identifierade, och därför kräver extra uppmärksamhet i inventeringen. Under arbetets gång kan också målbeskrivningen behöva förtydligas eller justeras.

En LCA kan vara kvalitativ. Den här analysen är kvantitativ, dvs så mycket som möjligt av livscyklernas påverkan på miljön kvantifieras.



Figur 1.2: Förenklad illustration av ett systems livscykel.



Figur 1.3 Illustration av livscykelanalysens olika delar enligt SETAC (modifikation av beskrivningen i Consoli et al, 1993).

1.3 Sammanfattning av förstudien

Under 96/97 genomförde VBB Viak (Mikael Svingby och Bengt Göran Knaborn) på Telias uppdrag en förstudie av användning av LCA inom Telia-koncernen. Man hade vid detta tillfälle

inte tidigare arbetat med LCA och ville undersöka om och när denna arbetsmetod var ett lämpligt och användbart verktyg för Telia.

1.3.1 Förstudiens målsättningar

De huvudsakliga målsättningarna med förstudien var att:

- formulera basförutsättningar för framtida LCA på olika typer av teletjänster
- identifiera lämplig teletjänst att studera i en första studie
- beskriva vald teletjänst med avseende på ingående komponenter, livslängder, aktiviteter och processer
- utföra måldefinition av vald studie: formulera funktionell enhet, systemgränser etc.

Syftet var att arbeta fram ramar för det framtida arbetet med olika typer av teletjänster.

Arbetet bedrevs i form av en översiktlig utbildning i LCA-metodik (ca 15 deltagare) och därefter tre arbetsmöten med mellanliggande arbete för deltagarna i form av informations- och dataframtagning.

Man beslöt i inledningsskedet att begränsa problematiken till en tjänst, dock med tanken att resultat och metodik borde kunna omformas och användas för framtida studier.

1.3.2 Förstudiens val av teletjänst och funktionell enhet

Den tjänst som skulle studeras valdes med inriktning på kommunikationen mellan företag. I arbetet valdes därför följande teletjänst:

”Bildkonferens mellan två Teliakontor i Stockholm respektive Göteborg (”högutvecklad linje”).”

Denna tjänst skulle jämföras med någon form av resande, i första hand tågresa (X2000) och flygresa (inkl flygbuss) där mötet sker i Göteborg.

Utifrån valet av specifik teletjänst valdes den funktionella enheten:

”Ett (jämförbart) möte i Göteborg på en halv dag (3.5 timmar) med en deltagare från Stockholm och fem personer från Göteborg.”

(i huvudstudien ändrades formuleringen till ”en deltagare från Stockholm och övriga från Göteborg”, eftersom det är godtyckligt hur många från Göteborg som deltar i bildkonferensen. Av intresse i jämförelsen mellan bildkonferens, tåg och flyg är endast antalet resor från Stockholm som undviks).

1.3.3 Förstudiens slutsatser

Under förstudien diskuterades och påbörjades också en beskrivning av de olika systemen, definition av preliminära systemgränser, datakategorier/inventeringsparameterar, preliminära kriterier för hur in- och utflöden skulle behandlas, krav på datakvalitet, ”critical review” och

förslag till fortsatt arbete. Utifrån resultaten från dessa diskussioner drogs följande övergripande slutsatser:

- att miljöpåverkan i samband med utnyttjande av teletjänster kan beskrivas med LCA
- att mängden arbete som krävs för genomförande av sådan studie kraftigt styrs av vilken detaljeringsgrad som önskas (flera olika nivåer specificerades i förstudien relaterat till användbarhet, tidsåtgång och arbetsinsats)
- att stor del av den information som samlas in i regel kan "återanvändas" för beskrivning av andra tjänster, eftersom enheter och komponenter som ingår ofta används för olika tjänster
- att en central fråga är hur miljöbelastningar från material och komponenter i det omfattande befintliga nätet skall inkluderas i framtida studier för att nå önskade resultat med så lite arbetsinsatser som möjligt
- att ett möjligt sätt att arbeta är att identifiera sk "hot spots", dvs delar av systemet, enheter etc som vid en första genomgång visar sig vara potentiellt mer miljöpåverkande än andra. Det fortsatta arbetet koncentreras därefter på dessa delar.

1.3.4 Användning av förstudien i denna studie

Delar av förstudien användes i målformuleringen av huvudstudien, framförallt valet av teletjänst och funktionell enhet. Mycket betydelsefullt var också att kunna bygga vidare på det nätverk av Telias medarbetare som börjat utbildas i att utföra LCA, dessa utgjorde stommen i de arbetsgrupper som bildades i det fortsatta arbetet med huvudstudien.

En viktig punkt att nämna är att vi i huvudstudien inte arbetade enligt den sista slutsatsen i förstudien, att hot spots på ett tidigt stadium kunde identifieras och koncentrera arbetet på dessa. Eftersom det såvitt vi kände till var första gången en LCA genomfördes på en teletjänst valde vi att arbeta förutsättningslöst och sträva efter att så noggrant som möjligt inkludera hela kommunikationskedjan utan genomgripande förenklingar.

2. Definition av målsättning och omfattning

2.1 Målsättning med studien

Studiens övergripande mål är att miljömässigt jämföra ett möte via bildkonferens med ett fysiskt möte som förutsätter tåg- eller flygtransport. Resultaten är avsedda att tjäna som internt underlag inom Telia för att externt kunna kommunicera kopplingen mellan användning av bildkonferenstjänsten och den yttre miljön.

Dessutom skall miljöbelastningen från olika delar av utrustningen för bildkonferensen jämföras med varandra, t ex bildutrustning och kabelnätet. Syftet är att identifiera de mest miljöbelastande delarna ("hot spots") för att möjliggöra en prioritering av var i systemet som miljöförbättringar skall identifieras och studeras i mera detalj.

En målsättning är att för bildkonferensen få fram relativt bra data, för att Telia skall få en relativt bra uppfattning om tjänstens miljöbelastning. För de fysiska mötena har dock målet varit att endast använda befintliga publicerade data. Framför allt inventeringen men även miljöeffektbedömningen har därför koncentrerats på bildkonferensen.

Ytterligare en avsikt med studien är att inom Telia bygga upp kunskap inom företaget om livscykelanalyser och samla LCA-data och annan information som är användbar i framtida arbeten. Denna rapport skall främst användas internt på Telia.

2.2 Studiens omfattning

2.2.1 Val av studerad bildkonferenstjänst och fysiska transporter

Den teletjänst som studeras är en bildkonferens. Telia har valt att studera en "högutvecklad linje" som använder ny teknik inom telekommunikationsnätet, ISDN. Som fallstudie har därför valts en bildkonferens mellan två Teliakontor i Stockholm (Jeriko) respektive Göteborg (Kaserntorget).

Denna tjänst jämförs med ett fysiskt möte i Telias lokaler i Kaserntorget, vilket antas förutsätta en tågresor med (X2000) eller en flygresor (inklusive flygbuss tur och retur Arlanda respektive Landvetter).

Valet av Teliakontor i Stockholm respektive Göteborg har gjorts utifrån deras centrala lägen, med gångavstånd till såväl järnvägsstationen som flygbussterminalen.

2.2.2 Funktioner hos systemen och funktionell enhet

Funktionen för bildkonferensen är att överföra ljud och bild mellan mötesdeltagare som befinner sig på olika platser; dvs att ha ett möte, där deltagarna i de två orterna kan kommunicera med varandra både i tal och i bild. Funktionen hos tåg- respektive flygtransportsystemen är i detta fall att fysiskt förflytta personer mellan olika platser.

Den funktionella enhet som valts är ett 3.5 timmar långt möte, med en deltagare från Stockholm och övriga från Göteborg. Längden av mötet har valts av Telia. Längden har betydelse på så sätt att förbrukningen av elektricitet för drift av utrustningen (exklusive förbrukningen för standby) är proportionell mot längden på mötet. Stockholm och Göteborg har valts av Telia, eftersom det är vanligt att personer som befinner sig i Stockholm respektive Göteborg behöver mötas.

I denna studie betraktas en situation där bildkonferensen och det fysiska mötet via transportsystemen anses vara utbytbara mötesalternativ. Det ingår inte i studien att undersöka under vilka förutsättningar det gäller att dessa två olika alternativ är jämförbara.

2.2.3 Beskrivning av de tekniska systemen

2.2.3.1 Bildkonferens

Figur 2.1 beskriver schematiskt de ingående delarna av bildkonferensen. I detta projekt delas bildkonferensen in i tre grupper, bildutrustning, ISDN-utrustning och transportnät (kablar och transmissionsutrustning). Varje grupp behandlas separat nedan. Figur 2.2 beskriver vilka nät och vilken annan utrustning för bildkonferensen som används vid en bildkonferens. Uppgifterna om det tekniska systemet kommer från Telia Nättjänst, tre arbetsgrupper som arbetade med att samla in data för bildkonferensutrustningen och telenätet på Telia samt från Telias leverantör PictureTel.

2.2.3.1.1 Bildutrustning

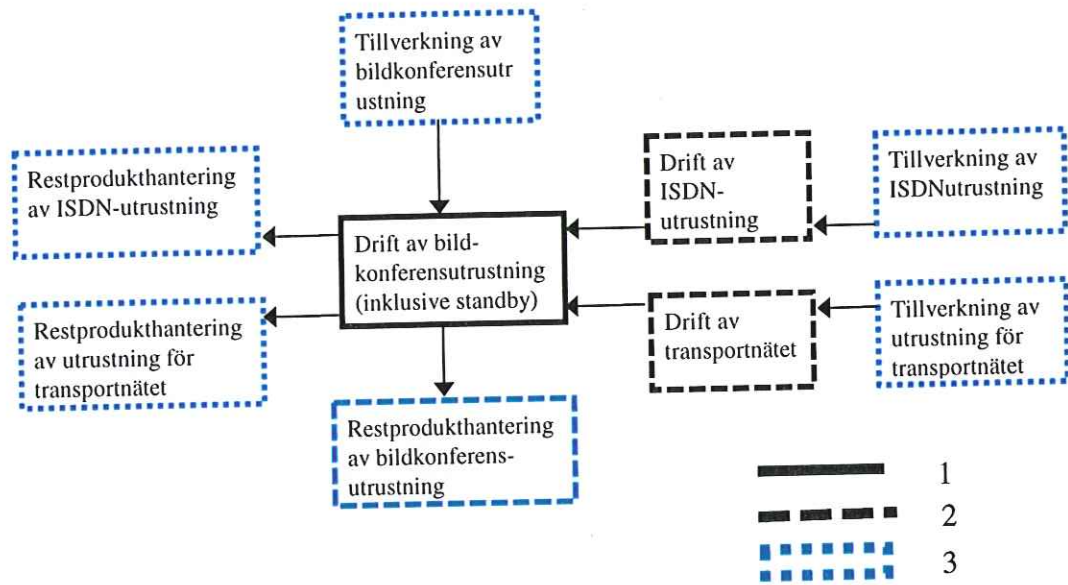
Bildutrustningen är den utrustning i respektive möteslokal som behövs för att kunna sända och ta emot ljud och bild från den andra möteslokalen. Bildutrustningen kopplas ihop med fastighetsnätet via vägguttaget i möteslokalen. Fastighetsnätet betraktas i denna studie som en del av transportnätet.

Telia använder för tillfället tre olika system levererade av PictureTel, Sony och Tandberg. PictureTels och Sonys utrustningar är vanligast (det har visat sig att en stor del av PictureTels utrustning är monterad av Sony). För denna studie har System Venue 2000 från PictureTel valts som referensutrustning.

Som framgår av Figur 2.2 används 2 st bildkonferensutrustningar för bildkonferens Jeriko-Kaserntorget.

System Venue 2000 består av följande delar:

1. TV-monitor
2. Videokamera
3. Dokumentkamera
4. Mikrofon
5. Manöverbord (fjärrkontroll)
6. Elektronikbox (styrutrustning)
7. Sladdar
8. Rack (rullbart)



Figur 2.1. Förenkling av systemet bildkonferens. Nivå 1, 2 och 3 beskriver en successiv utökning av systemet (1. endast drift av bildkonferensutrustningen 2. drift av bildkonferensutrustningen, ISDN och transportnätet 3. tillverkning, drift och restprodukthantering av bildkonferensutrustningen, ISDN-nätet och transportnätet). Nivå 3 innefattar alltså hela det studerade systemet.

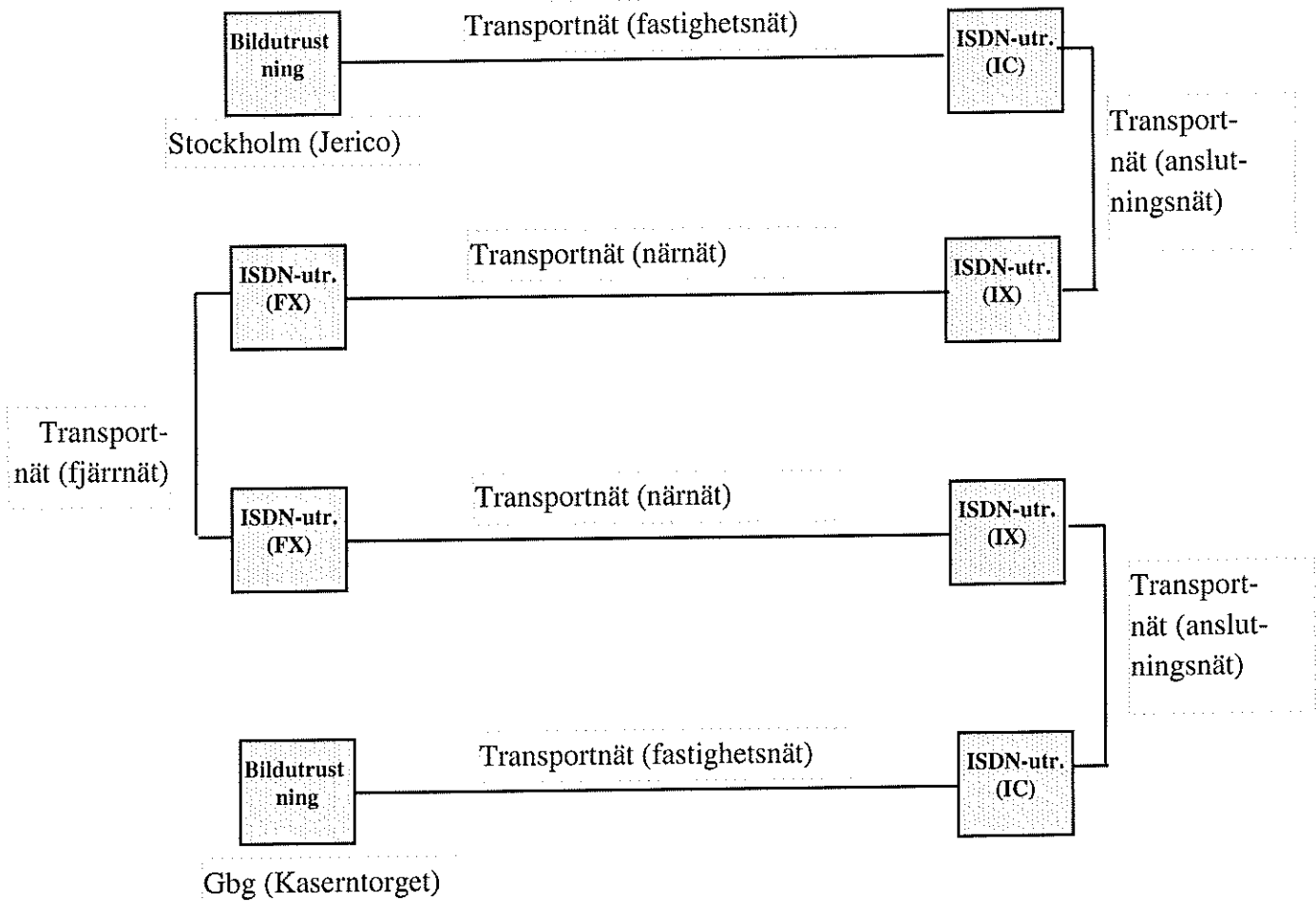
2.2.3.1.2 ISDN-utrustning

Bildkonferensen utnyttjar en del av telekommunikationssystemet som benämns Integrated Services Digital Network (ISDN). ISDN-utrustningen består i detta fall av tre olika typer av AXE-växlar, som fyller olika funktioner längs kommunikationsvägen.

ISDN-utrustningen består av följande delar:

1. IC (abonnentsteg)
2. IX (lokalstation)
3. FX (förmedlingsväxel).

Som framgår av Figur 2.2 används 2 st IC, 2 st IX och 2 st FX för bildkonferens Jeriko-Kaserntorget.



Figur 2.2. Övergripande systembeskrivning av bildkonferensen mellan Göteborg och Stockholm.

2.2.3.1.3 Transportnät

Till transportnätet räknas i detta projekt all övrig utrustning i telekommunikationsnätet som behövs för bildkonferensen mellan Jeriko och Kaserntorget.

Transportnätet består av följande delar:

Kablar

1. Kopparkabel (fastighetsnät)
2. Optokabel (anslutnings-, när- och fjärrnät)

Längden av de olika kablarna samt antalet av varje utrustning som används för varje del av transportnätet har ställts samman av Roger Lundgren, Telia.

Transmissionsutrustning

3. DXC	(växel för fasta förbindelser)
4. DDF	(korskoppling)
5. ODF	(optisk korskoppling)
6. STM1-terminal	(koncentrator)
7. STM4-terminal	(koncentrator)
8. STM16-terminal	(koncentrator)
9. STM16-regenerator	(regenerator)

2.2.3.2 Tågtransport

Systemet för persontransporter med tåg består övergripande av tåg och vagnar, järnvägsnät, servicebyggnader (stationer, verkstäder och underhållshallar) samt drift och underhåll av dessa delar. I denna studie kommer publicerade uppgifter för elförbrukning för framdrivning och komfort (värme, luftkonditionering, ventilation, belysning mm) för tåg och vagnar att användas (Andersson, 1994). Detta motsvarar den totala elförbrukningen "under gång" för tåg och vagnar. Detta är också vad som avses då benämningen "drift" av tåg används i denna rapport. Observera att underhåll inte ingår. Inte heller övriga delar av tågtransportsystemet såsom vagnhallar, järnvägsstationer, järnvägarna etc ingår, då data inte finns tillgängliga.

2.2.3.3 Flygtransport

Systemet för persontransporter med flyg består övergripande av flygplan, start- och landningsbanor, servicebyggnader (personterminaler, verkstäder och underhållshallar) samt drift och underhåll av dessa delar. I denna studie kommer publicerade uppgifter för bränsleförbrukning och emissioner för flygplanet "under gång" att användas (Westerberg, 1995). Detta är också vad som avses då benämningen "drift" av flyg används i denna rapport. Observera att underhåll inte ingår. Några ytterligare delar av flygtransportsystemet inkluderas inte då data för övriga delar inte finns tillgängliga.

2.2.4 Systemgränser**2.2.4.1 Definition av livscyklerna**

Vaggan för livscyklerna för samtliga tre studerade system är naturen. Systemgränsen mellan naturen och livscyklerna passeras när råvaror utvinns, t ex råolja.

Graven för systemet är också naturen; utflöden från systemet i form av emissioner når marken, luften eller vatten. Emissionerna från deponerat material genom lakning och bildning av gas från det deponerade materialet är ej kända och inkluderas ej, dvs deponerat avfall behandlas som ett utflöde ur systemet. Olika avfall benämns på ett sätt så att det är klart vilket material som avses, för att möjliggöra att miljöeffekterna av det deponerade avfallet uppskattas eller undersöks vid senare tillfälle.

Vid förbränning av avfall inkluderas förbränningsprocessen i systemet och emissioner till luft och aska eller annat avfall från förbränningsprocessen är utflöden från systemet.

2.2.4.2 Gränser mot andra livscyklar

Alla råvaror som används för framställning av material antas vara virgina (producerade av icke återvunnet material).

En del av materialet i bildkonferensutrustningen (inklusive ISDN- och transportnätet) återvinns efter att bildkonferensutrustningen inte längre används. Det är då främst metaller som tas till vara. Återvinningsgraderna anges i avsnitt 3.7. Metallerna används nästan med säkerhet till tillverkning av andra produkter, och det blir därför en "öppen loop"-återvinning, till skillnad från "sluten loop" där materialet används till samma produkt igen. För materialet som återvinns fördelas miljöbelastningen mellan bildkonferensens livscykel och den livscykel där materialet används efter återvinning genom en sk allokering. Den allokeringmetod som valts här är den sk 50/50 metoden (Ekvall, 1994) som approximation till en systemutvidgning. (Att undvika allokering genom att detaljstudera processen eller genom systemutvidgning är rekommenderat i ISO DIS (Draft in Standard) 14041:1997). Ingen hänsyn tas till eventuell degraderingen av materialet. 50/50-metoden kan beskrivas enligt följande:

Antag att tre olika livscyklar (tre olika produkter) använder samma material; det första systemet använder virgint material, den andra produkten tillverkas av materialet från den första efter återvinning och den tredje använder allt materialet från den andra produkten efter återvinning. Allt material från livscykel 3 läggs på deponi efter användning. Följande gäller vid bruk av 50/50-metoden:

- 50 % av miljöbelastningen från uttag och tillverkning av virgint råmaterial som används till den första produkten allokeras till den första produktens livscykel, och 50 % till produkterna i proportion till förlusten av materialet till naturen från dessa livscyklar. Om det här gäller att inget material går förlorat i återvinningsprocessen eller i produktionsprocessen för produkt 2 respektive 3 belastas i detta fall livscykeln till produkt 3 med 50 % av denna miljöbelastning.
- 50 % av miljöbelastningen från återvinningsprocessen av materialet allokeras till respektive livscykel från vilken materialet kommer samt 50 % till den livscykel där det återvunna materialet används.
- 50 % av miljöbelastningen från den slutliga avfallsdeponin/förbränningen av materialet allokeras till livscykeln där det virgina materialet användes och 50 % till livscykeln av den produkt där materialet slutligen användes. Så 50 % av miljöbelastningen för den slutliga hanteringen allokeras till produkt 1 och 50 % till produkt 3.

2.2.4.3 Gränser inom livscykeln

2.2.4.3.1 Bildkonferens

För bildkonferensen ingår i nivå 3 tillverkning, restprodukthantering, transporter och drift (elförbrukning och därmed produktion av el) av all bildutrustning och all telekommunikationsutrustning som behövs för att överföra ljud och bild mellan Jeriko och Kaserntorget. Även elförbrukning för elkraftsystem, reservkraftsystem och kylsystem (inklusive köldmedier) ingår.

Tillverkning (inklusive transporter i tillverkningsledet) och restprodukthantering (inklusive transporter vid restprodukthantering) av byggnader, elkraftsystem, reservkraftsystem och kylsystem ingår ej i analysen. Uppvärmning av byggnader i telekommunikationssystemet ingår ej. Ej heller tillverkning eller drift av byggnader som används av Telias övriga organisation, eller resor som utförs av Telias anställda. Huvudskälet till att drift av byggnader och arbetsresor utelämnas är att dessa uppgifter i dagsläget är svåra att specifikt koppla till användningen av bildkonferenstjänsten. Denna problematik diskuteras i tolkningsavsnittet (5.2.3.1 Inventering).

2.2.4.3.2 Tågtransport

För systemet för persontransporter med tåg inkluderas endast elförbrukning för drift av tåg och vagnar (framdrivning och komfort under resan, t ex luftkonditionering). I denna studie kommer publicerade uppgifter på elförbrukning för driften av dessa delar att användas (Andersson, 1994). Anledningen till att övriga delar av systemet för persontransporter med tåg inte inkluderats är att målet med denna delen av studien är att befintliga data skall användas, och då data inte funnits tillgängliga för annat än driften (inklusive produktionen av el) har andra delar exkluderats. Därmed ingår inte drift av järnvägsnät eller servicebyggnader (personterminaler, verkstäder, underhållshallar etc) i studien.

Inte heller tillverkning, restprodukthantering eller underhåll av fordon, järnvägsnät eller byggnader ingår. Uppvärmning av servicebyggnader ingår ej. Tillverkning, restprodukthantering och drift av byggnader som används av SJs eller Banverkets övriga organisation, och resor som utförs av anställda är likaså exkluderade.

2.2.4.3.3 Flygtransport

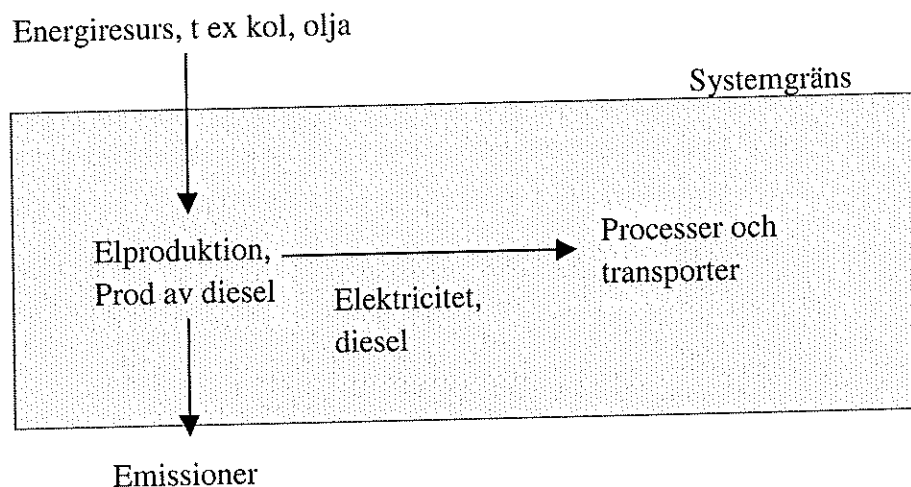
För systemet för persontransporter med flyg inkluderas endast driften av flygplanet. I denna studies initiala målsättning var ambitionen för flygtransporten att publicerade uppgifter skulle användas. Publicerade data på bränsleförbrukning och emissioner från driften av flygplanet har därför använts (Luftfartsverket, 1995). För övriga delar har inget publicerat material funnits tillgängligt. Ingen drift av start- och landningsbanor eller servicebyggnader (personterminaler, verkstäder, underhållshallar etc) ingår.

Ingen tillverkning eller restprodukthantering av flygplan, start- och landningsbanor eller servicebyggnader (personterminaler, verkstäder, underhållshallar etc) ingår. Uppvärmning av

servicebyggnader ingår ej. Ej heller tillverkning, restprodukthantering eller drift av byggnader som används av flygbolagens övriga organisation, eller resor som utförs av anställda ingår.

2.2.4.3.4 Produktion av el och bränslen

Produktion av el samt av dieselolja och andra bränslen ingår i systemet. Såväl energiresurser (bränslen, lägesenergi för vattenkraft och rörelseenergi för vindkraft) som emissioner inkluderas (Figur 2). Elektricitet blir därmed en intern parameter inom systemen, som varken flödar in eller ut över systemgränserna. Miljöbelastningen vid elproduktionen inkluderas i respektive process där elektriciteten förbrukas.



Figur 2. Produktion av el och bränslen ingår i det studerade systemet.

2.2.4.3.5 Inflöden som ej följts till vaggan

Vissa materialflöden in i systemen är ej följda tillbaka till vaggan. Dessa parametrar markeras med att (in) läggs till efter namnet på flödet.

2.2.4.3.6 Utflöden som ej följts till vaggan

Vissa materialflöden ut ur systemen är ej följda till graven. Data för dessa utflöden saknas som regel. Dessa parametrar markeras med att (out) läggs till efter namnet på flödet.

2.2.4.4 Geografiska gränser

2.2.4.4.1 Tillverkning av utrustning till bildkonferensen

I dagsläget används bildutrustning från tre olika leverantörer: PictureTel (USA), Sony (Japan) och Tandberg (Norden). ISDN-utrustningen har levererats av Ericsson (Sverige), transmissionsutrustningen av Marconi (Italien) och kablar av Ericsson samt Alcatel (Sverige). Eftersom företagen köper komponenter från många olika leverantörer placerade i olika länder sker tillverkningen av komponenter av de olika utrustningarna i många olika länder. Endast en liten del av tillverkningen sker i Sverige. I denna studie har därför ett europeiskt genomsnitt använts där så är möjligt för elförbrukning vid tillverkning. Produktionsmixen är ett

medelvärde för Europas elproduktion (UCPTE, 1991). Detta innebär att elektriciteten till hög grad är baserad på framför allt kol men även andra fossila bränslen samt en andel kärnkraft och en mindre andel vattenkraft (se bifogad energidatabas). För data på plaster från APME (Association of Plastics Manufacturers in Europe) har dock en annan elmix använts, eftersom emissioner från elproduktion där är inkluderade i övriga processemissioner.

För TV-monitorer (ingår i bildutrustningen) används litteratordata där resursförbrukning och emissioner från produktion av den elektricitet som förbrukas i systemet ges i aggregerad form och ej redovisade separat från övriga delar av systemet (Wenzel mfl, 1996). Författarna uppger att europeisk medel används vid beräkningarna, dock utan att specificera produktionsmixen.

För ISDN-utrustning och elektronik i övrig utrustning (utom TV-monitorerna) har använts aggregerade data från Ericsson där resursförbrukning samt emissioner från produktion av den förbrukade elektriciteten inte heller varit redovisade separat från övriga uppgifter (Malmödin, 1997). Uppgiftslämnaren uppger dock att beräkningarna är baserade på "medel för hela världen", vilket bör innebära en hög andel av produktionen baserad på fossila bränslen.

2.2.4.4.2 Användning

För bildkonferensen, tåget och flyget antas användningen ske i Sverige. Elektriciteten som förbrukas vid användning av utrustningen antas vara producerad som ett medelvärde av 1995 års elproduktion i Sverige, vilken beräknats baserat bland annat på Brännström mfl (1996), se bilaga.

Även flyget används i Sverige. Bränsleförbrukning och emissioner för svenskt inrikesflyg används här (Luffartsverket, 1995).

2.2.4.4.3 Restprodukthantering av utrustning till bildkonferensen

Restprodukthanteringen av all utrustning sker i Sverige. Uppgifter från ett företag som resthanterar bildutrustningen har använts för hanteringen av respektive del av utrustningen förutom för optokabel (materialflödet från bildutrustningen är cirka en tiopotens större än materialflödet från övriga utrustningar).

Optokabel antas deponeras efter användning. Förbränning av optokabel i förbränningsanläggning med energiåtervinning kan vara ett alternativ, men det beaktas ej i denna studie då bidraget till den totala miljöpåverkan från förbränning av kabeln är relativt lågt (massan av optokabel som används per funktionell enhet är betydligt lägre än 1 %), och förbränning antas bidra med framför allt CO₂ och NO_x (inklusive ett negativt bidrag från annat bränsle som inte används), och inte något hög-toxiskt ämne eller liknande parameter med högt potentiellt bidrag till den totala miljöpåverkan.

2.2.4.5 Tidsmässiga gränser

För samtliga studerade system gäller att senaste moderna teknik som är i omfattande användning år 1997 för den aktuella sträckan Stockholm-Göteborg studeras. Detta innebär ISDN-teknik via optokabel för bildkonferensen, X-2000 för tågtransporten och MD 82 för flygtransporten.

Följande livslängder för utrustningen till bildkonferensen har använts i studien (källa: arbetsgrupperna på Telia i projektet):

<u>Bildkonferensutrustning:</u>	Alla delarna: 5 år
<u>ISDN-utrustning</u>	1. IC: 5 år 2. IX: 7 år 3. FX: 10 år
<u>Kablar</u>	1. Kopparkabel: 20 år 2. Optokabel: 30 år
<u>Transmissionsutrustning</u>	3. DXC: 8 år 4. DDF: 10 år 5. ODF: 16 år 6. STM1-terminal: 8 år 7. STM4-terminal: 8 år 8. STM16-terminal: 8 år 9. STM16-regenerator: 8 år

2.2.5 Datakvalitet

De ursprungliga målet för datakvalitet visas i tabell 1.1 nedan. Vid inledningen av studien togs kontakt med leverantörer, och specifika data efterfrågades. Resultatet blev att leverantörsspecifika data kunnat användas för drift av bildkonferensutrustningen, drift av ISDN-nätet (snarare här specifika data för befintlig utrustning) och för delar av driften av transportnätet.

För tillverkningen av TV-monitorn har litteratordata använts (Wenzel mfl, 1996). För tillverkning av övrig bildkonferensutrustning har materialsammansättningen identifierats genom demontering av utrustningen. Tillverkningen av ingående material har därmed kunnat inkluderas. Annan miljöbelastning än den från råvarorna som används vid olika processer för montering av komponenter etc för andra delar av utrustningen än TV-monitorn har inte kunnat inkluderas, då data ej varit tillgängliga. Ett undantag är all elektronik i utrustningen; här har data för framställning av IC-kretsar som inkluderar alla processer från vaggan till grinden använts.

Leverantörsspecifika data har erhållits för en mindre del av IC-kretsen; dock representerar dessa data en annan modell, och data har därmed räknats om för att anpassas till de använda IC-kretsarna. Samma data har använts för de andra kretsarna. För övriga delar av ISDN-utrustningen har materialsammansättningen identifierats och materialtillverkningen inkluderats.

För transportnätet har samma procedur som för ISDN-utrustningen använts.

Tabell 1.1 Ursprungliga mål för datakvalitet för de olika delarna av systemet.

Del av utrustningen	Ursprungliga datakvalitetsmål
Drift av <i>bidkonferensutrustningen</i>	Leverantörsspecifika data från 1997 eller 1996
Montering av respektive bildkonferensutrustning (TV-monitor, videokamera, dokumentkamera, etc):	Leverantörsspecifika data (från 1996-97) i första hand, materialidentifiering eller litteraturdata i andra hand
Montering av de (viktmässigt) största och potentiellt mest miljöbelastande komponenterna i utrustningen:	Leverantörsspecifika data (från 1996-97) i första hand; framför allt för materialsammansättning av komponenter; materialidentifiering eller litteraturdata i andra hand (så färsk som möjligt)
Tillverkning av komponenter till de största och potentiellt mest miljöbelastande komponenterna	Leverantörsspecifika data (från 1996-97) om möjligt, annars litteraturdata i den mån data finns
Tillverkning av ingående material i samtliga komponenter	Litteraturdata/data från CITs databas. Data på material modifieras så att elproduktionen är geografiskt representativ
Drift av <i>ISDN-utrustningen</i>	Specifika data i första hand (från 1997)
Montering av ISDN-komponenter (IC, IX och FX)	Leverantörsspecifika data (från 1996-97) för de mest potentiellt miljöpåverkande delarna av utrustningen i första hand; materialidentifiering eller litteraturdata i andra hand och för övriga delar av utrustningen
Tillverkning av komponenter och material till utrustningen	Specifika och färsk data för en del av utrustningen, för resten endast inkludering av tillverkning av ingående material. Data på tillverkning av material: Litteraturdata/data från CITs databas. Data på material modifieras så att elproduktionen är geografiskt representativ
Drift av <i>transportnätet</i>	Specifika och färsk data i första hand
Tillverkning av transportnätet (kablar och transmissionsutrustning)	Identifiering av ingående material, inkludering av materialtillverkning. Data för materialtillverkning från litteraturdata/data från CITs databas. Data på material modifieras så att elproduktionen är geografiskt representativ
Drift av <i>tåg</i>	Litteraturdata (1996-97)
Drift av <i>flyg och flygbuss</i>	Litteraturdata (1996-97)

De ursprungliga målen att leverantörsspecifika data skulle användas i första hand för vissa delar kunde alltså inte uppfyllas för de flesta tillverkningssteg, eftersom leverantörerna ej var villiga att samarbeta. Dock kunde de uppgifter som kom från Ericsson på IC-kretsar användas; vilket borde innebära en förbättring jämfört med att endast inkludera tillverkning av material. För TV-monitorn ingår även andra processer än tillverkning av material, liksom för all elektronik i de olika utrustningarna.

Det finns många dataluckor i tillverkningsledet eftersom ovan presenterade förenklingar har gjorts. Förmodligen innebär detta att miljöbelastningen från produktionen av utrustningarna är lägre i studien än i verkligheten; dock är miljöbelastningen i verkligheten förmodligen inte mer än en faktor 2 gånger större än den i studien, åtminstone för energirelaterade miljöeffekter. (I själva verket är det svårt att uttala sig om annat än energirelaterade miljöeffekter. Energibehovet är ofta större vid materialtillverkning (jungfrulig) än i sammansättnings- och formningsprocesser mm. Samtidigt kan utsläppet av kolväten och toxiska ämnen vara lika stort eller större i dessa processer än vid materialtillverkning. Miljöbelastningen från processer där elektroniken tillverkas ger större miljöbelastning än exempelvis pressnings-, och formningsprocesser. Då data för elektronikprocesser är inkluderade är en uppskattning att vid en detaljerad kartläggning av den totala miljöpåverkan skulle den inte bli mer än dubbelt så stor som den är med det underlag som använts i studien.)

2.2.6 Metod för inventering

2.2.6.1 Kartläggning av det tekniska systemet

Kartläggningen av de ingående delarna i kommunikationskedjan för bildkonferens mellan Kasentorget och Jeriko utfördes av en arbetsgrupp inom Telia.

2.2.6.2 Databasinsamling

Det praktiska arbetet med databasinsamlingen sköttes till allra största delen av arbetsgruppen inom Telia, i dialog med CIT för rådgivning och kvalitetskontroll. Frågeformulär utformade (av CIT) för projektet sändes efter inledande kontakter till leverantörer av utrustningen som används för bildkonferens.

För tillverkning av utrustning uppgav endast Ericsson användbara uppgifter (ISDN-utrustning). För övrig utrustning koncentrerades arbetet istället till att identifiera sammansättningen av ingående material (utom för TV-monitorn, för vilken litteraturredan användes). För beräkningarna hämtades sedan uppgifter för framställning av materialen ur CIT:s databas, utom för elektronik där uppgifter från Ericsson användes.

För drift av utrustning (elförbrukning) erhöles användbara uppgifter från leverantörer till all berörd utrustning (bild-, ISDN- och transmissionsutrustning).

För transporter gjordes i de flesta fall antaganden, och för resthantering erhöles användbara uppgifter från en entreprenör som hanterar uttjänt elektronik från Telia.

2.2.6.3 Tolkning av data och beräkning av inventeringresultat

De insamlade uppgifterna tolkades i dialog med arbetsgruppen av CIT:s personal, som även utförde de efterföljande beräkningarna.

2.2.7 Metod för miljöeffektbedömning

I EN ISO 14040:1997 ges en viss flexibilitet för hur miljöeffektbedömningen skall utföras. I denna studie har miljöpåverkansbedömningen gjorts enligt den arbetsgång som föreslås i arbetsdokumentet för Impact Assessment i ISO (ISO CD14042.2). En normalisering görs dock inte. Miljöeffektbedömningen som gjorts här inkluderar följande delar:

- Val av miljöeffekter som beaktas
- Klassificering och karakterisering (görs i ett steg)
- Viktning (tidigare värdering).

2.2.7.1 Val av miljöeffekter

De miljöeffekter som rekommenderas enligt SETAC:s arbetsgrupp på Impact Assessment 1997 visas i tabell 2.1. De miljöeffekter som valts presenteras i tabell 4.1.

Markutnyttjande har ej inkluderats. Mark utnyttjas i och för sig för gruvor där metaller tas och för att lägga kablar för telekommunikationen etc. Anledningen att markutnyttjande exkluderats är dels att data på hur mycket mark som utnyttjas i dessa sammanhang samt hur marken förändras saknas, dels att metodiken för att kvantifiera miljöpåverkan av att mark utnyttjas på olika sätt ej är utvecklad. I många livscykelanalyser används markanvändning som en inventeringsparameter mätt i t ex antal kvadratmeter multiplicerat med antal år som marken används till ett specifikt ändamål, men då data saknas har det ej varit möjligt att inkludera det här.

Vatten som resurs inkluderas ej, då data på vattenförbrukning ej finns systematiskt insamlade på samma sätt som andra parametrar för livscykelns olika processer. Många av livscykelns processer sker också i Sverige, där färskt vatten ej utarmas (förutom kanske i enskilda platser), och denna parameter ej varit prioriterad i analysen. I framtida studier kan dock vatten vara en viktig parameter; speciellt för studier som rör södra Europa, Asien etc.

Utarmning av förnyelsebara energi- och materialresurser inkluderas ej eftersom endast en mycket liten del av resursanvändningen för material och för energi är förnyelsebara. De förnyelsebara resurser som används är vattenkraft för elproduktion och biomassa för värme- och elproduktion. Förbrukningen av dessa resurser finns bokförda i inventeringen, och det har ej varit prioriterat att inkludera dem i miljöeffektbedömningen eftersom de just är förnyelsebara.

Arbetsmiljöeffekter inkluderas inte, då det ligger utanför syftet med studien.

Habitatförändringar och effekter på biologisk mångfald har ej inkluderats, då orsaks-effekt kedjorna ej är tillräckligt kartlagda för dessa effekter. Effekten kan både vara en effekt oberoende av de andra miljöeffekterna i tabell 2.1 och en följd av andra effekter och som inträffar senare i orsaks-effekt kedjan.

Tabell 2.1. Effektkategorier som kan inkluderas i en livscykelanalys (från Working group on Impact Assessment, SETAC, 1997, något modifierad).

Miljöeffektkategorier	
1. Resursutarmning	
1.1 Energi	
• Förnyelsebar	
• Icke-förnyelsebar	
1.2 Material	
• Förnyelsebart	
• Icke-förnyelsebart	
1.3 Vatten	
1.4 Mark	
2. Mänsklig hälsa	
2.1 Toxiska effekter	
2.2 Icke-toxiska effekter	
2.3 Arbetsmiljö	
3. Ekologiska effekter	
3.1 Växthuseffekt	
3.2 Uttunning av stratosfäriskt ozon	
3.3 Försurning	
3.4 Eutrofiering	
3.5 Fotooxidant-bildning	
3.6 Ekotoxiska effekter	
3.7 Habitatförändringar och effekter på biologisk mångfald	
Kategorier som dessutom är praktiskt att redovisa:	
4. Inflöden som inte följs tillbaka till "vaggan" *	
5. Utflöden som inte följs till "graven" *	

* Representerar ingen miljöeffektkategori men bör inkluderas för att inte försvinna senare i analysen.

Humantoxiska och ekotoxiska effekter är svåra att kvantifiera då data om var utsläppet sker ej finns, eftersom effekterna varierar starkt med var utsläppet sker till skillnad från globala

effekter där effekterna inte varierar i större omfattning med var i geografin utsläppet sker. Egentligen skulle alltså ytterligare data om var utsläppet sker (t ex höjd), hur substansen omformas kemiskt och hur snabbt, etc behöva inkluderas för att miljöeffektbedömningen skulle bli mindre osäker. Effekten beror också på koncentrationen vid utsläppet och inte bara på den totala utsläppta mängden. Detta gör att osäkerheterna är mycket stora. Vi inkluderar dock dessa effekter pga det pedagogiska syftet, mest för att ge ett exempel på hur det kan se ut om lokala effekter är inkluderade i en LCA. I karakteriseringsresultatet för human- och ekotox ligger alltså stora osäkerheter, och dessa effektkategorier används ej för dragna slutsatser i studien.

2.2.7.2 Klassificering

I klassificeringen definieras vilka potentiella miljöeffekter som respektive miljöbelastningsparameter ger upphov till. Klassificeringen görs i samband med karakteriseringen och redovisas inte som ett eget steg i denna studie.

2.2.7.3 Karakterisering

I karakteriseringen definieras de olika effektkategorierna genom att en enhet för varje miljöeffekt väljs, t ex används GWP (Global Warming Potential) för växthuseffekten mätt i CO₂-ekvivalenter. Sedan kvantifieras det potentiella bidraget till effekten från de olika inventeringsparametrarna (mätt i exempelvis gram CO₂-ekvivalenter per gram utsläpp för växthuseffekten). Det totala bidraget till en effektkategori beräknas genom att summera de olika bidragen från de olika parametrarna. Exempelvis antas metan motsvara 11 g CO₂-ekvivalenter/g emission av metan, vilket innebär att varje gram metan bidrar 11 gånger mer till växthuseffekten än vad ett gram koldioxid bidrar med.

Valda enheter för karakteriseringen visas i tabell 4.1.

2.2.7.4 Viktning (värdering)

Resultatet av karakteriseringen kan ge svårtydda resultat. Exempelvis kan en effektkategori visa ett resultat och en annan effektkategori det motsatta. Genom att vikta (värdera) den relativa betydelsen av olika miljöeffekter kan en slutlig sammanvägning göras. Viktningen är mycket subjektiv, och används ej i denna studie som underlag för att dra slutsatser. En viktning genomförs här framförallt för att visa Teliä vad viktning är i LCA, och hur den kan gå till.

Vid en viktning aggregeras livscykelanalysens resultat. Detta kan antingen göras kvalitativt eller kvantitativt. Om viktningen görs kvantitativt så kan det resultera i att miljöpåverkan från olika delar av livscykeln beskrivs i samma enhet (se dock följande avsnitt 2.2.7.5 för kommentarer om tillämplighet).

Exempelvis skall förbrukningen av ändliga resurser och uttunningen av ozonskiktet vägas mot varandra. Detta kan inte enbart göras baserat på traditionella naturvetenskapliga metoder. En mer eller mindre subjektiv viktning måste införas. Det har därför utvecklats ett antal

viktningsskallmetoder, vilka bygger på olika kriterier t ex politiska mål, kritiska belastningsgränser ("vad naturen tål"), ekonomisk betalningsvilja för att undvika miljöeffekter samt resultat från expertpaneler där experter svarat på olika frågor (den sk Delfi-metoden).

Exempel på metoder för viktning av miljöpåverkan där viktningsskallfaktorer finns är:

- Effektkategorimetoden ("Environmental Theme" - ET; ingen egentlig viktning görs mellan effektkategorier, endast en viktning genom att vikta med det kritiska bidraget till respektive miljöeffekt enligt politiska miljömål eller mål för ekologisk uthållighet)
- Ekoknapphetsmetoden ("Eco-scarcity" - ECO) (även här görs ingen egentlig viktning av vilka effekter som är viktigast; viktningen görs genom att vikta med det kritiska bidraget till respektive miljöeffekt enligt politiska miljömål samt med förhållandet mellan dagens bidrag och det kritiska bidraget till respektive miljöeffekt t ex i Sverige under ett år)
- Environmental Priority Strategies in product design (EPS)
- Eco-Indicator (från Holland), där exempelvis ekologiska effekter viktas mot ett människoliv

Gemensamt för viktningsskallmetoderna är att miljöbelastningen erhålls genom att varje parameter (emissioner etc) multipliceras med ett index. Det potentiella bidraget till miljöeffekten i från ämne j beräknas genom:

$$C_{ij} = W_{ij} * E_j$$

där W_{ij} är ekvivalenten för ämne j , miljöeffekt i och E_j är emissionen av ämne j

Det totala bidraget till miljöeffekten kan sedan beräknas genom att summera de olika parametrarnas bidrag:

$$C_{i,tot} = \sum W_{ij} * E_j.$$

Viktningsskallmetoderna beskrivs även i avsnitt 4.

2.2.7.5 Kommentarer

Klassificering och karakterisering baseras i den mån det är möjligt på naturvetenskapliga metoder med en del antaganden om potentiella förlopp i ekosystemet enligt principen "worst case". Syftet är att översätta informationen från inventeringen till potentiell miljöpåverkan.

Viktningen baseras alltid på en subjektiv viktning av något slag. Som ISO 14040 framhåller finns ingen vetenskaplig grund för att reducera LCA resultat till ett enda övergripande slutresultat eller tal. Viktning används i speciella beslutssituationer då en snabb fingervisning är bättre än ingen uppfattning alls, till exempel för detaljbeslut i produktutveckling.

För jämförelser av systemalternativ, som i denna studie, är viktade resultat ej relevanta. För att belysa även detta moment av en livscykelanalys genomförs ändå en viktning i denna studie, eftersom en del av målsättningen med studien är att Telia skall pröva på och lära känna

olika moment i livscykelanalysmetoden. Inga slutsatser baseras dock på viktade resultat, utan meningen med att genomföra viktning är att denna tjänar som övningsexempel. Ej heller redovisas viktade resultat i sammanfattningen, där avsikten lätt skulle kunna missförstås.

2.2.8 Valda antaganden och scenarier

För bildkonferensen studeras två olika scenarier:

1. Scenario "bildkonferens 5h", vilket innebär att bildkonferensutrustningen antas användas aktivt under i genomsnitt fem timmar per vecka. Dessutom antas bildkonferensutrustningen vara avstängd under helger men stå i standbyläge under vardagar mellan användningstillfällena (dvs $5 \times 24 - 5 = 115$ h per vecka).

2. Scenario "bildkonferens 30h", vilket innebär att bildkonferensutrustningen antas användas aktivt under i genomsnitt 30 timmar per vecka. Dessutom antas bildkonferensutrustningen vara avstängd under helger, kvällar och nätter, men stå i standbyläge under vardagarna mellan användningstillfällena ($40 - 30 = 10$ h per vecka).

Scenario 5h bygger på dagens faktiska användning och rutiner vid Telia Telecom i Haninge. Låg nyttjandegrad och lång standbytid kan sägas känneteckna en relativt ny tjänst som ännu inte blivit etablerad. Scenario 30h kan sägas representera en utvecklad och etablerad användning.

2.2.9 Jämförelser mellan systemen

Beträffande funktioner för systemen antas i denna studien en situation där bildkonferens och fysiskt möte via transportsystemen anses vara utbytbara alternativ (se även avsnitt 2.2.2 Funktioner och funktionell enhet).

Beträffande avgränsningar för de jämförda systemen finns skillnader (se även stycke 2.2.4.3 Gränser inom livscykeln). De övergripande skillnaderna är att för bildkonferensen ingår såväl tillverkning, transporter och resthantering av utrustning som drift (energianvändning och kylning, ej underhåll) för bildutrustning och telekommunikationsnät, medan endast drift (energianvändning för framdrivning och komfort, ej underhåll) av tåg och vagnar respektive drift (energianvändning under gång, ej underhåll) av flygplan ingår för transportsystemen.

För att skapa överblick av de ingående delarna kan bildkonferenssystemet delas in i tre nivåer med successivt ökande omfattning och ökande osäkerhet i data som gjordes i figur 2.1. Endast nivå 3 innehåller hela livscykeln. Motsvarande systembeskrivning kan göras för tåg- och flyresorna. Som synes ingår ej nivå 2 och 3 för tåg- och flygresan i jämförelsen i denna studie pga att data saknas.

Enligt det ursprungliga uppdraget skulle nivå 3 för bildkonferens jämföras med nivå 1 för flyg- respektive tågtransport. Det är denna jämförelse som kommer att användas som

utgångspunkt för slutsatser. I karakteriseringen (avsnitt 4.2) görs även jämförelser av nivå 1 och nivå 2 för bildkonferensen med nivå 1 för flyg- respektive tågtransport. Syftet är att åskådliggöra hur mycket bidragen till potentiell miljöpåverkan från bildkonferensen ökar för varje omfattningsnivå i förhållande till miljöpåverkan av flyg- och tågresan (där endast nivå 1 ingår).

Tabell 2.2. Övergripande skillnader för ingående delar i de olika jämförda systemen. För nivå 2 och 3 för tåg och flyg saknas data och ingår ej i studien.

	Flyg+ buss	Tåg	Bildkonferens
"Nivå 1"	drift flygplan+buss	drift tåg+vagnar	drift bildutrustning
"Nivå 2"	+ drift flygplats. Data saknas.	+ drift järnvägsnät. Data saknas.	+ drift telekomnät
"Nivå 3"	+ tillverkning o. resthantering av flygplan, flygplats. Data saknas.	+ tillverkning o. resthantering av tåg, vagnar, järnvägsnät. Data saknas.	+ tillverkning o. resthantering av bildutrustning och telekomnät

2.2.10 Granskningsförfarande

En extern expertgranskning genomförs av studien. Uppdragsgivaren har som granskare engagerat Lars-Gunnar Lindfors vid Institutet för Vatten- och Luftvårdsforskning, IVL, som är oberoende av LCA-studien.

Granskningen har skett i två omgångar:

1. Granskning av definition av målsättning och omfattning av studien samt datakvalitet
2. Granskning av skriftlig slutrapport

Granskaren skickar efter respektive granskningsomgång sina kommentarer till CIT och diskuterar kommentarerna med CIT. CIT arbetar in de kommentarer som är rimliga och som är relevanta utifrån studiens syfte. Efter att granskaren fått se den omarbetade versionen av slutrapporten skriver granskaren ett granskningsutlåtande som skickas till Telia. Granskningsutlåtandet samt eventuella kommentarer och reaktioner på detta från CIT och/eller Telia bifogas i studiens slutrapport.

2.2.11 Användbarhet av denna rapport

Denna studie är utförd på en 3.5 timmar lång bildkonferens med en fjärr-deltagare mellan Kaserntorget (Gbg) och Jeriko (Sthlm) med aktuell teknik 1997. Det är inte säkert att studiens slutsatser kan användas för bildkonferenser med avvikande förutsättningar. De mest betydelsefulla omständigheterna för användbarheten är:

- antaganden om antalet fjärrdeltagare och mötets längd
- antaganden om antalet aktiva drifttimmar och antalet standbytimmar per vecka

- den använda bildutrustningen (ingående material och elförbrukning)
- den använda ISDN-utrustningen (ingående material och elförbrukning)

Dessutom bör inga långtgående slutsatser dras om bildkonferenser via annan typ av transportnät än den här aktuella (modern optoteknik), trots att transportnätet i denna studie var av mycket liten betydelse ur miljösynpunkt.

Delar av denna studie kan användas med försiktighet i andra studier. T ex kan "vagga till grind" data för utrustning i det svenska telekommunikationsnätet (IC, IX, FX, STM-1, etc) användas i kommande studier av telekommunikationstjänster.

3. Inventering

En översiktlig beskrivning av proceduren för inventeringen ges i avsnitt 2.2.6.

3.1 Definitioner och enheter

Följande enheter används:

- gram (g) för emissioner, resursutarmning och avfall
- megajoule (MJ) för elförbrukning och bränslen (energibärare som är interna parametrar). I insamlade originaluppgifter förekommer även enheten kilowattimme (kWh). Omräkningsfaktorn är 1 kWh=3.6 MJ.

Miljöbelastningsparametrar definieras som parametrar som beskriver emissioner till luft, vatten och mark, samt resursutarmning och avfallsgenerering.

3.2 Elektricitet

3.2.1 Europeisk elektricitet

Den använda mixen för europeisk medelvärd byggd i huvudsak på uppgifter från Österrike, Belgien, Frankrike, Tyskland, Grekland, Holland, Italien, Luxemburg, Portugal, Spanien, Schweiz och det forna Jugoslavien (UCPTE). Detaljerade uppgifter redovisas i bilaga.

3.2.2 Svensk elektricitet

Följande elmix har använts i den här studien:

46,80% Vattenkraft
46,55 % Kärnkraft
2,70% Oljekondenskraft
1,7% Biokraft (biobränsleeldat kraftvärmeverk)
1,55% Kolkondenskraft
0,50% Naturgaskraft (naturgaseldat kraftvärmeverk)
0,10% Gasturbinkraft
0,10% Vindkraft

Detaljerade uppgifter (emissioner mm) och referenser redovisas i bilaga.

3.3 Transporter

3.3.1 Transporter av utrustning

Följande uppgifter och antaganden om transportslag och avstånd har använts i studien.

Då det inte varit möjligt att identifiera varifrån olika delar av bildutrustningen transporteras antas som worst-case att all bildutrustning transporteras från Asien per båt (uppskattat avstånd 2000 km). Bildutrustningen antas slussas vidare för biltransport inom Sverige. Det genomsnittliga transportavståndet antas vara 300 km.

All ISDN-utrustning antas tillverkas av Ericsson och antas transporteras med lastbil i genomsnitt 300 km.

All transmissionsutrustning tillverkas av Marconi och skickas från Latina (10 mil söder om Rom) till Nässjö. Cirka 50% skickas med tåg och 50% med bil. Totala avståndet uppskattas till 2400 km, dvs 1200 km med tåg och 1200 km med bil. All transmissionsutrustning mellanlagras i Nässjö. Allt skickas därifrån med bil. Genomsnittliga transportavståndet uppskattas till 300 km.

All kabel antas transporteras med lastbil i genomsnitt 300 km.

För transport till resthantering (elektronikåtervinningsentreprenören) antas transport per lastbil 300 km.

Transport för metaller till omsmältning antas vara 300 km och ske med lastbil. Transport till Rönnskärsverken antas vara 300 km och ske med lastbil.

Transport till avfallsförbränningsverket antas vara 50 km och ske med lastbil.

Transport till deponi antas vara 50 km och ske med lastbil.

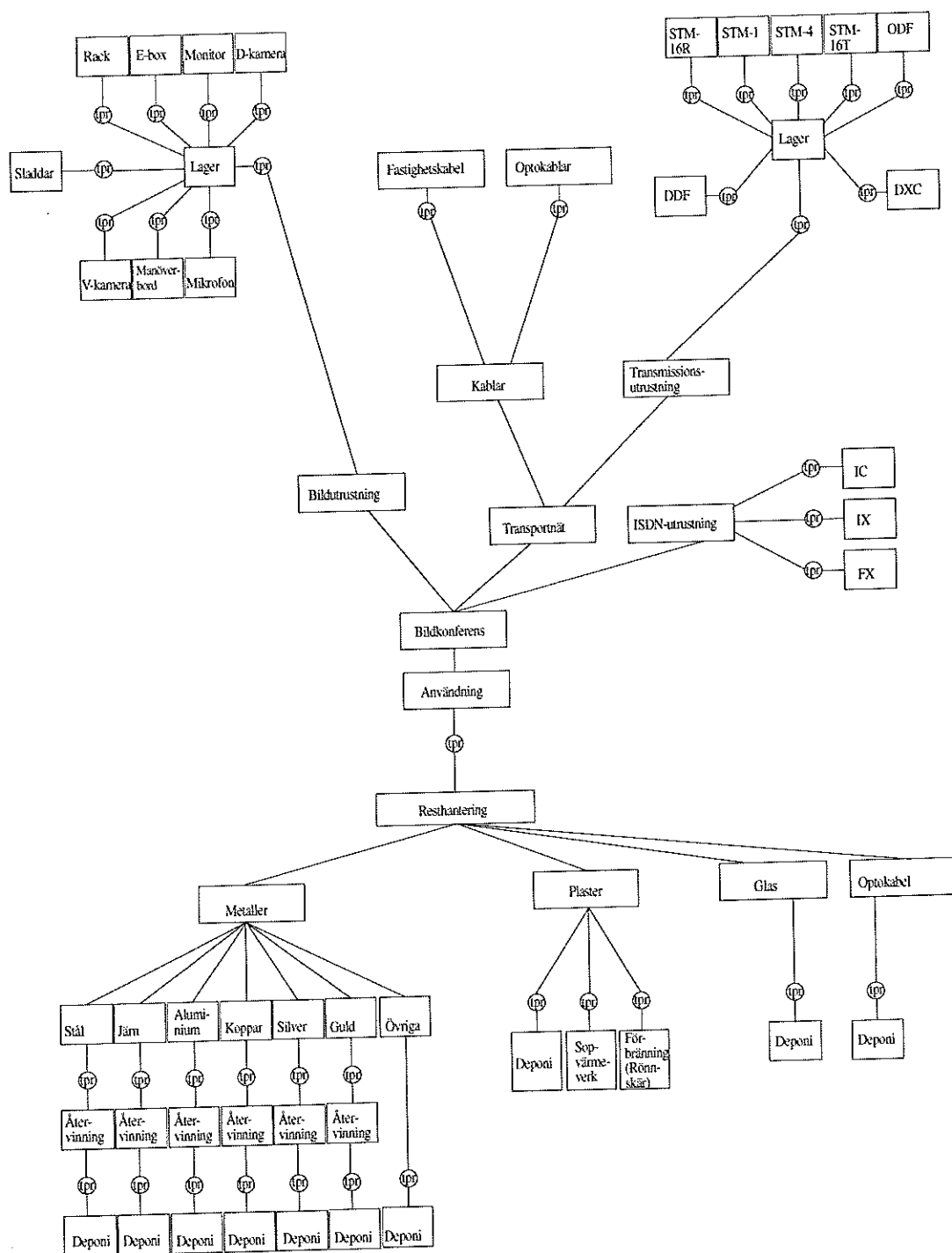
3.3.2 Flyg- och tågtransport av mötesdeltagare

För flygplan erhöles uppgifter om bränsleförbrukning och emissioner från Luftfartsverket (Westerberg, 1995). Flygplanet antogs vara en MD-82, efter diskussion med Anki Olsson, SAS inrikes Göteborg. Flygsträckan enkel väg uppgavs till 393 km av Olsson. Enligt Olsson är belägningsgraden i genomsnitt för ett helt år cirka 50%. I Luftfartsverkets referens finns emissionsfaktorer för vilka som beräkningsbas flygsträckan 380 km och belägningsgraden 65% använts: Dessa siffror användes obearbetade i denna studie och beskriver ett "best case" jämfört med de 393 km och 50% belägningsgrad som uppgavs av Anki Olsson, SAS inrikes Göteborg.

För flygbuss användes uppgifter för bränsleförbrukning och emissioner från Väg- och Trafikinstitutet (Lenner, 1993). Avstånden mellan Arlanda och Stockholms centrum uppskattades till 45 km enkel väg, och mellan Landvetter och Göteborgs centrum till 25 km enkel väg. Uppgifter för buss "högtrafik" (80% belägningsgrad) användes, vilket är ett generöst antagande till flygbussens fördel.

Uppgifter för elförbrukning för transport per tåg (X2000) hämtades från Järnvägsteknik, KTH (Andersson, 1994). Belägningsgraden antogs efter diskussion med Johan Trouvé, SJ, till 75% (70-75% var hans uppskattning, den fördelaktigare siffran för tåget valdes).

3.4 Processträd



Figur 3.1 Processträd för bildkonferensen.

3.5 Tillverkning

3.5.1 Bildutrustning

Bildutrustning PictureTel System Venue 2000 demonterades så långt möjligt utan att skada eller nedsätta funktionen. För TV-monitorn användes dock litteraturuppgifter, då dessa var tillgängliga (Henrik Wenzel, redaktör, UMIP, Udvikling af miljøvenlige industriprodukter; Institutet for Produktudvikling, Danmarks tekniske Universitet, Miljø- og Energiministeriet, Miljøstyrelsen Dansk Industri: Miljøvurdering i produktudviklingen - 5 eksempler, 1996. Kapitel 1, tabell 3, sidan 75).

Demonteringen utfördes praktiskt av Rickard Sideryd, Telia Service, under ledning av Ulf Östermark, CIT. Syftet var att identifiera och kvantifiera de ingående materialen så långt möjligt. De demonterade delarna vägdes i första hand, och vikten av olika material uppskattades. I andra hand jordes en visuell uppskattning när vägning ej var möjlig.

3.5.2 ISDN-utrustning

För ISDN-utrustning användes "vaggas till grind"-data för en del av en telefonväxel från Jens Malmödin, Ericsson, uppskalade till att gälla de respektive ISDN-utrustningarna av Peter Hedéren, Telia. Dessa uppgifter användes också av Ulf Östermark, CIT, för att beräkna ett index för elektronik.

3.5.3 Transportnät

3.5.3.1 Kablar

Uppgifter för materialsammansättning optokablar och kabelrör erhöles från tillverkarna via Berit Heyman, Telia. Sammansättningen för den mest använda utomhuskabeln och kabelrör användes.

Då det visade sig svårt att få fram uppgifter för fastighetsnät antogs följande:

- 100 m kabel per fastighet
- kabel bestående av koppar och PVC, (33% koppar och 67% PVC)
- 2 koppartrådar per kabel, diameter 0.5 mm

Antagandena kontrollerades av Berit Heyman Telia, och ansågs rimliga av hennes kabelexpert Janne Björkman (dock fick Berit inledningsvis inte tag i någon som kunde uttala sig om den antagna längden 100 m per fastighet. I ett sent skede av projektet konfirmerades sedan antagandet 100 m som lämplig längd för Kaserntorget, men något för kort för Jeriko där 150 m hade varit bättre. Denna skillnad skulle ha haft mycket liten inverkan på resultaten och inte påverkat slutsatserna).

3.5.3.1 Transmissionsutrustning

Uppgifterna om viktsammansättning togs fram och ställdes samman av Ewa Wesslén, Telia. För elektronik användes elektronik index från Ericsson, men för skåp, rackar mm erhöles uppgifter från tillverkaren Marconi, Italien.

3.6 Användning

3.5.1 Bildutrustning

Uppgifter för elförbrukning från Tommy Bech-Kristensen, Telia, efter kontakt med PictureTel. Uppgifterna gäller aktiv drift av bildutrustningen:

TV-monitor: 200 W per st
övrig utrustning: 170 W per system

Totalt: 740 W per videokonferens (2 TV-monitorer + 2 övrig utrustning).

3.5.2 ISDN-utrustning

Uppgifter för elförbrukning under drift kom från Peter Hederén, Telia, efter kontakt med Jens Malmödin Ericsson (elförbrukning exkl kylning).

Uppgifter för elförbrukning för kylning mm togs fram av Ann-Britt Nilsson, Telia, liksom uppgifter om läckage av köldmedier.

3.5.3 Transportnät

Uppgifterna om elförbrukning togs fram och ställdes samman av Ewa Wesslén, Telia.

Uppgifter för elförbrukning för kylning mm togs fram av Ann-Britt Nilsson, Telia, liksom uppgifter om läckage av köldmedier.

3.7 Restprodukthantering

Antaganden för restprodukthanteringen av olika fraktioner (utom optokabel) är baserade på uppgifter från det återvinningsföretag som resthanterar bildutrustningen (betydelsen av antagna återvinningsgrader diskuteras i avsnitt 5.2.1.5).

		<i>Antagen ÅV-grad</i>
järn och stål	metallåtervinning, praktiskt taget fullständig	100%
aluminium	metallåtervinning, praktiskt taget fullständig	100%
koppar	metallåtervinning, praktiskt taget fullständig	100%
silver	metallåtervinning, praktiskt taget fullständig	100%
guld	metallåtervinning, praktiskt taget fullständig	100%
övriga metaller (utom restmetaller på kretskort)	metallåtervinning, praktiskt taget fullständig	100%
		<i>Antagen dep./förbr.-grad</i>
plast, främst kabel	deponeras	100%
plast, främst kåpor	förbränning i sopvärmeverk	100%
kretskort (plaster o.restmetaller)	förbränning i Rönnskärsverken, aska deponeras	100%
glas, främst bildrör	deponeras	100%

IC-kretsar till återvinning och miljöfarligt avfall är ej kvantifierade i detta projekt. De uppgår till vardera 0.5-1% av genomsnittligt elektronikskrot.

Energianvändningen för fragmentering är cirka 24 kWh per ton elektronikskrot. För övriga processer såsom demontering är energiförbrukningen ej kvantifierad, men är uppskattningvis väsentligt lägre än för fragmenteringen.

För optokabel och kabelrör antas att dessa resthanteras genom deponering. Förbränning är ett alternativ som kan bli aktuellt. Eftersom massflödet av opto+rör är litet (<1% av totala, <10% av plast till sopvärmeverk) påverkas dock studiens resultat i mycket begränsad omfattning.

Aluminiumdetaljer antas återvinnas på ett omsmältningsverk för aluminium och järn- och stålskrot vid ett sekundärt stålverk. Koppar, bly och silver antas transporteras med metallskrot eller kretskorts-skrot till metallverket i Rönnskär, Skellefteå. En metall som ej är möjlig att återvinna är i dagsläget (vid studiens genomförande) är tenn.

3.8 Inventeringsresultat

Inventeringsresultat för drift av flygtransport, tågtransport och drift samt tillverkning, transport och resthantering av utrustning för bildkonferensalternativen redovisas nedan i tabellform. Detta innebär att "nivå 1" (se tabell 2.3) för flyg- och tågtransportsystemen jämförs med "nivå 3" för bildkonferens.

Resultatet för de flesta gemensamma parametrarna är att flygtransportsystemet har störst resursförbrukning och emissioner, medan övriga alternativ kommer i omväxlande ordning för olika parametrar. Bildkonferens 5h dock genomgående högre resursförbrukning och emissioner än bildkonferens 30h. En mer djupgående tolkning görs efter det att inventeringsresultaten uttryckts i potentiell miljöpåverkan i karakteriseringen (se avsnitt 4.2 för karakteriseringsresultat och avsnitt 5 för tolkning).

De flesta parametrar anges med engelska beteckningar eftersom såväl litteraturuppgifter som uppgifter ur CITs databas är angivna på engelska.

Alla värden i tabellerna anges genomgående med tre siffror. Noggrannheten är dock sällan så god som tre siffror.

3.8.1 Resurser

3.8.1.1 Energi

I tabell 3.1 visas användning av energiresurser för de olika systemen.

Tabell 3.1. Användning av energiresurser för drift av flygtransport, tågtransport och drift samt tillverkning och resthantering av utrustning för bildkonferens.

Energiresurser (g)	Flyg+buss	Tåg	Bildkonf. 5h	Bildkonf. 30h
Brown coal			7,24E+00	1,21E+00
Coal		2,74E+02	1,46E+03	2,50E+02
Crude oil	4,69E+04	1,91E+03	2,32E+03	3,16E+02
Diesel			3,11E-03	-2,62E-04
Hydro power [MJel]		9,53E+01	9,84E+01	1,26E+01
LP-gas			1,13E-01	1,82E-02
Natural gas	1,08E+03	4,22E+01	5,74E+02	9,77E+01
Quartz			6,97E+00	1,16E+00
Renewable resources		4,91E+02	5,08E+02	6,53E+01
Uranium (as pure U)		7,22E-01	7,63E-01	9,89E-02
Wind power [MJel]		2,02E-01	2,09E-01	2,69E-02

3.8.1.2 Material

I tabell 3.2 visas användning av materialresurser för de olika systemen.

Tabell 3.2. Användning av materialresurser för drift av flygtransport, tågtransport och drift samt tillverkning och resthantering av utrustning för bildkonferens.

Materialresurser (g)	Flyg+buss	Tåg	Bildkonf, 5h	Bildkonf, 30h
Ag			1,69E-01	3,06E-02
Al			3,14E+00	5,22E-01
Au			2,09E-04	4,16E-05
BaCO ₃			1,37E+01	2,28E+00
Bauxite			7,10E+01	1,61E+01
Betonite			7,23E-01	1,13E-01
Biomass			-4,65E+01	-7,74E+00
CaCO ₃			8,61E+00	1,43E+00
Caliche			-1,24E+00	-2,29E-01
Clay			9,80E-04	1,97E-04
Coal, feedstock			6,17E+01	9,63E+00
Copper ore [0.35 % Cu]			-1,34E+03	-2,43E+02
Crude oil, feedstock			1,11E+02	2,09E+01
Cu			2,30E+01	3,97E+00
Dolomite			3,71E+00	6,50E-01
Fe			1,41E+01	2,35E+00
Feldspar			2,43E-01	4,07E-02
Ferromanganese			5,89E-06	1,25E-06
Grease			4,13E-03	6,87E-04
Iron ore			3,03E+02	5,23E+01
Lime			8,07E-02	1,67E-02
Limestone			1,52E+01	2,43E+00
Manganese ore			4,75E+00	8,05E-01
Mineral Ores			1,08E-05	1,08E-05
Mn			1,03E-01	1,72E-02
Na ₂ CO ₃			1,72E+01	2,86E+00
Na ₂ SO ₄			1,35E-10	1,35E-10
NaCl			1,49E+01	2,49E+00
Natural gas, feedstock			4,45E+01	8,73E+00
Natural gravel			6,13E-04	6,13E-04
Ni			2,21E-02	3,67E-03
Olivine			5,19E+00	8,10E-01
Pb ₃ O ₄			7,51E+00	1,25E+00
Peat			-1,42E+01	-2,36E+00
Rocksalt			2,28E+01	4,29E+00
Sand			2,08E+01	3,75E+00
Seawater			1,94E+03	3,53E+02
SiO ₂			6,80E+01	1,13E+01
Sn			1,83E-03	1,83E-03
Solvey soda			2,63E-09	2,63E-09
Subsoil water			1,71E+03	3,54E+02
Water			6,12E+02	1,16E+02
Wood			2,69E+00	4,49E-01
Zinc oxide in ore			1,05E-02	1,74E-03
Zn			2,17E-01	4,78E-02

3.8.2 Landanvändning

Uppgifter om användning av mark i samband med någon av de studerade aktiviteterna saknas.

3.8.3 Emissioner till luft

I tabell 3.3 visas utsläpp till luft för de olika systemen.

Tabell 3.3. Utsläpp till luft för drift av flygtransport, tågtransport och drift samt tillverkning och resthantering av utrustning för bildkonferens.

Emissioner till luft (g)	Flyg+buss	Tåg	Bildkonf, 5h	Bildkonf, 30h
2-propanol, isopropanol			7,54E-03	1,26E-03
Aldehydes			7,78E-04	1,21E-04
As			6,27E-05	1,18E-05
Benzene			1,41E-04	2,35E-05
Butylacetate			4,41E-02	7,35E-03
Butylglycolacetate			6,60E-02	1,10E-02
Ca			2,53E-04	4,45E-05
Cd			3,28E-05	6,34E-06
CF4 + C2F6			2,39E-04	-1,92E-05
CFC-12			1,00E-03	2,82E-04
CH4		2,01E+00	2,46E+00	3,27E-01
Chloride			5,33E-04	1,10E-04
Chlorinated organics			9,96E-03	1,66E-03
Cl2			3,27E-05	5,67E-06
CO	2,33E+02	6,65E-01	1,97E+00	3,24E-01
Co			6,63E-07	1,03E-07
CO2	1,55E+05	2,45E+03	6,71E+03	1,08E+03
Cr			5,37E-05	8,73E-06
Cu			7,88E-04	1,38E-04
Dioxines			1,14E-10	1,77E-11
Dust			9,85E-03	-7,61E-04
Epichlorhydrin			1,64E-04	2,72E-05
Ethylacetate			3,89E-01	6,47E-02
Fe			1,82E-02	2,89E-03
Fluorides			6,16E-04	-3,84E-05
H2			2,47E-07	2,47E-07
H2S			1,27E-04	2,31E-05
HC	9,88E+01	7,65E-01	8,11E+00	1,47E+00
HCFC-22			2,16E-03	6,11E-04
HCl			9,73E-03	1,66E-03
HF			5,68E-03	8,91E-04
Hg			1,42E-05	2,56E-06
Hydrogen			7,71E-05	1,75E-05
Metals			4,81E-04	8,21E-05
Miljöfarliga utsl. (air)			4,76E+00	8,67E-01
Mn			2,96E-03	4,94E-04
N2O		2,23E-02	1,37E-01	2,20E-02

forts tabell 3.3

Emissioner till luft (g)	Flyg+buss	Tåg	Bildkonf, 5h	Bildkonf, 30h
NH3		1,42E-05	1,52E-03	2,56E-04
NH4NO3			-3,95E-04	-7,29E-05
Ni			2,38E-05	3,76E-06
Nitrogen			2,61E-02	5,41E-03
NOx	7,46E+02	2,39E+00	1,55E+01	2,61E+00
PAH		6,90E-06	5,42E-05	1,19E-06
Particulates		7,47E-01	2,50E+00	4,07E-01
Particulates, heavy metals			8,87E-03	1,48E-03
Pb			6,27E-03	1,08E-03
Phosphine			5,54E-06	1,15E-06
Radioactivity (different nuclides) [Bq]			-3,28E-02	-4,38E-03
Rn-222 [Bq]		2,68E+06	2,77E+06	3,56E+05
Sn			1,82E-09	1,82E-09
SO2		1,99E+00	1,91E+01	3,33E+00
Toluene			1,70E-02	2,83E-03
Trichlorethylene			4,85E-03	8,07E-04
V			4,06E-05	6,30E-06
Vanadium			2,96E-04	4,93E-05
VOC			1,79E-01	2,97E-02
Xylenes			2,26E-01	3,77E-02
Zn			3,77E-03	7,71E-04

3.8.4 Emissioner till vatten

I tabell 3.4 visas utsläpp till vatten för de olika systemen.

Tabell 3.4. Utsläpp till vatten för drift av flygtransport, tågtransport och drift samt tillverkning och resthantering av utrustning för bildkonferens.

Emissioner till vatten (g)	Flyg+buss	Tåg	Bildkonf, 5h	Bildkonf, 30h
Acid as H+			1,10E-02	1,99E-03
As			2,44E-05	3,46E-06
BOD			6,45E-03	1,24E-03
Cd			3,34E-05	5,53E-06
Chloride			1,60E-03	-1,28E-04
Chlorinated organics			1,38E-04	2,30E-05
Cl-			6,47E-01	1,09E-01
Co			3,22E-07	5,02E-08
COD		4,06E-05	3,77E-01	6,72E-02
Cr			4,36E-05	7,22E-06
Cu			2,30E-04	3,77E-05
Detergent/oil			1,53E-07	1,53E-07
Dissolved organics			1,84E-02	3,15E-03
Dissolved solids			3,29E-02	5,38E-03
F-			4,19E-05	2,45E-06

forts tabell 3.4

Emissioner till vatten (g)	Flyg+buss	Tåg	Bildkonf, 5h	Bildkonf, 30h
Fe2+			9,26E-08	5,24E-09
Fungicides			1,83E-08	1,83E-08
H2SO4			4,64E-04	-4,06E-05
HC			5,18E-02	8,90E-03
Hg			-1,04E-06	-1,88E-07
HNO3			-1,99E-05	-3,67E-06
Ionics			3,49E-06	3,49E-06
Metals			4,68E-02	8,43E-03
Miljöfarliga utsl.			2,11E-02	3,86E-03
Mn			2,60E-04	4,05E-05
Na+			3,64E-02	6,07E-03
NH3		1,32E-05	2,54E-05	1,55E-06
NH4+			4,61E-03	7,57E-04
Ni			3,53E-04	5,87E-05
NO2-			4,69E-05	7,32E-06
NO3-			-1,60E-03	-2,86E-04
Oil		1,13E-04	7,62E-01	1,39E-01
Organic C			1,17E-06	-9,97E-08
Other nitrogen			9,38E-03	1,58E-03
PAH			1,17E-05	-9,97E-07
Pb			4,64E-05	7,27E-06
Phenol			4,74E-02	7,89E-03
Phosphate			5,58E-05	1,29E-05
Phosphate/nitrate			7,33E-08	7,33E-08
SO42-			7,12E-02	1,19E-02
Sulphur			1,15E-07	1,15E-07
Suspended solids		6,90E-03	1,96E+00	4,54E-01
Tot-CN			2,85E-05	4,45E-06
Tot-F			5,82E-07	-5,03E-08
Tot-N		2,79E-02	7,17E-02	1,08E-02
Tot-P			7,03E-04	1,17E-04
unspecified oils			2,73E-02	4,55E-03
Zn			2,90E-04	4,68E-05

3.8.5 Avfall

I tabell 3.5 visas avfall från de olika systemen.

Tabell 3.5. Avfall till följd av drift av flygtransport, tågtransport och drift samt tillverkning och resthantering av utrustning för bildkonferens.

Avfall (g)	Flyg+buss	Tåg	Bildkonf, 5h	Bildkonf, 30h
Ashes			9,20E-01	1,62E-01
Chemicals (ground)			1,02E-02	1,86E-03
Industrial waste			1,62E-01	3,20E-02
Inert chemicals			1,93E-01	3,22E-02
Kalkslam			1,90E+01	3,46E+00

Forts tabell 3.5

Metals (ground)			2,32E+00	4,21E-01
Miljöfarligt avfall			3,92E+00	7,11E-01
Mineral waste			1,62E+00	2,98E-01
Minerals (ground)			2,20E-01	4,01E-02
Mixed industrial waste			2,69E-05	2,69E-05
Non-toxic chemicals			1,11E-04	1,11E-04
Non toxic chemicals			1,67E+00	2,88E-01
Red mud			3,42E+01	8,06E+00
Regulated chemicals			1,66E-02	2,76E-03
Slag			1,11E+01	2,62E+00
Sludge			2,88E+00	5,23E-01
Solid waste			9,80E+01	1,75E+01
Special waste			3,49E-06	3,49E-06
Toxic chemicals			4,17E-02	7,00E-03
Waste			4,75E-05	4,35E-05
Waste, Ag			1,70E-01	3,08E-02
Waste, aluminium			1,07E+01	2,21E+00
Waste, ashes			4,81E+00	8,90E-01
Waste, ball mill dust			1,55E-01	3,21E-02
Waste, bricks			2,15E-01	3,78E-02
Waste, carbon			4,54E-03	-3,64E-04
Waste, carbon black			3,67E-04	6,44E-05
Waste, copper			1,52E+01	2,69E+00
Waste, copper ore			-1,54E+02	-2,79E+01
Waste, culm cinder			1,46E+00	2,44E-01
Waste, cutting fluid			5,69E-03	9,48E-04
Waste, demolition (inactive)		1,82E+00	1,88E+00	2,42E-01
Waste, dross fines			1,22E-03	-1,06E-04
Waste, dust			2,19E+00	3,87E-01
Waste, filter dust			1,03E-01	2,13E-02
Waste, glass			1,14E+02	1,90E+01
Waste, gold			6,19E-03	1,11E-03
Waste, granite			1,11E+02	1,74E+01
Waste, hazardous			2,38E-04	3,83E-05
Waste, high. radioact. [cm3]			2,45E-04	3,18E-05
Waste, high. radioactive		1,19E+00	1,35E+00	1,79E-01
Waste, industrial			8,58E-03	1,47E-03
Waste, inert chemicals			2,12E-02	3,53E-03
Waste, inert residues			6,45E-02	-5,31E-03
Waste, iron			5,75E+00	1,11E+00
Waste, LD-dust			5,21E-02	8,08E-03
Waste, LD-slag			2,98E+00	4,61E-01
Waste, LD-sludge			2,35E+00	3,65E-01
Waste, low radioact. [cm3]			2,78E-03	3,61E-04
Waste, med. radioact. [cm3]			2,79E-03	3,63E-04
Waste, metals			2,43E+00	5,71E-01
Waste, mineral			1,55E-01	2,60E-02
Waste, mineral ores			1,55E+04	2,82E+03
Waste, non-magnetic			1,75E+00	2,71E-01
Waste, non-toxic chemicals			3,36E-02	5,62E-03

Forts tabell 3.5

Waste, optocable			2,21E+00	2,21E+00
Waste, oxide scale			1,47E+00	2,58E-01
Waste, packagings			2,47E+01	4,50E+00
Waste, plastic			1,81E+01	3,03E+00
Waste, radioact.			6,19E-05	1,03E-05
Waste, red mud			6,50E-01	-2,91E-02
Waste, refractory			2,82E-02	3,90E-03
Waste, regulated chemicals			3,55E-05	5,92E-06
Waste, rocks			-1,01E+03	-1,82E+02
Waste, rubber			1,21E-03	2,01E-04
Waste, sand			-1,32E+03	-2,39E+02
Waste, scrap			1,93E+00	3,30E-01
Waste, slag			1,43E+01	2,52E+00
Waste, sludge			1,61E+00	2,55E-01
Waste, solid		2,88E+03	2,98E+03	3,83E+02
Waste, solvents			1,34E-05	2,23E-06
Waste, special			3,18E-07	5,29E-08
Waste, steel			1,21E+02	2,11E+01
Waste, toxic chemicals			3,75E-06	6,42E-07
Waste, unspecified industry			2,87E-01	4,78E-02
Waste, unspecified unsafe			1,37E-04	2,28E-05

Summan av utflöden av avfall uppgår för bildkonferens 5h till 16600g. En stor del av detta avfall är "Waste, mineral ore", dvs gruvavfall.

Summa utflöden av avfall uppgår för bildkonferens 30h till 2870g.

3.8.6 Inflöden ej följda till vaggan

Nedan i tabell 3.6 visas flöden som ej följts bakåt till elementärflöden. Det totala inflödet av materialresurser som följts till vaggan uppgår för bildkonferens 5h till 3700 g. Det totala inflödet av materialresurser som följts till vaggan uppgår för bildkonferens 30h till 720 g.

Summa inflöden som ej följts till vaggan uppgår för bildkonferens 5h till 734 g, varav 640 g samt 67 g utgörs av ospecificerade processgaser respektive processkemikalier för elektronik tillverkning.

Summa inflöden som ej följts till vaggan uppgår för bildkonferens 30h till 134 g, varav 117 g samt 12 g utgörs av ospecificerade processgaser respektive processkemikalier för elektronik tillverkning.

Inverkan på resultaten av att inflöden av processgaser ej följt till vaggan diskuteras i känslighetsanalysen (se avsnitt 5.2.3.1)

Tabell 3.6. Inflöden ej följda till vaggan vid drift av flygtransport, tågtransport och drift samt tillverkning och resthantering av utrustning för bildkonferens.

Inflöden ej följda från vaggan (g)	Flyg+buss	Tåg	Bildkonf, 5h	Bildkonf, 30h
Additives			5,94E-04	5,94E-04
Alloying elements			6,93E-01	1,44E-01
Aluminium			1,68E-01	2,61E-02
Aluminium hydroxide			6,91E-03	-5,73E-04
Aluminium powder			-2,36E-02	-4,36E-03
Calcium fluoride			1,50E-02	-1,24E-03
Carbon			1,82E-02	-1,50E-03
Chlorine			1,70E-02	3,53E-03
Copper			7,88E-03	1,63E-03
Emulsifying agent			-8,12E-03	-1,50E-03
Epoxylin			3,23E-09	3,23E-09
Hydrochloric acid			2,13E-03	4,42E-04
Light oil			2,56E-05	5,30E-06
Lödtenn/lodpasta			1,34E+00	2,43E-01
Minerals			6,88E+00	1,62E+00
Minerals, explosives			1,70E+01	3,09E+00
Na ₂ SO ₄			1,98E-02	3,32E-03
Nitrogen			2,61E-02	5,41E-03
PBTP			1,29E-08	1,29E-08
Plast			3,72E-03	3,72E-03
Processchemicals			6,69E+01	1,22E+01
Processgases			6,40E+02	1,17E+02
PTFE			6,76E-03	6,76E-03
Refractory materials			5,07E-03	-4,23E-04
Silicon			1,73E-01	3,59E-02
Sodium hydroxide			1,69E-02	3,51E-03
Solvey soda			3,83E-01	6,43E-02
Steel			3,62E-03	-2,95E-04
Sulphuric acid			1,02E-01	1,61E-02

3.8.7 Utflöden ej följda till graven

I tabell 3.7 visas utflöden som ej följts framåt till graven (elementarflöden). Summa utflöden som ej följts till graven uppgår för bildkonferens 5h till 68g. Summa utflöden som ej följts till graven uppgår för bildkonferens 30h till 12g.

Tabell 3.7. Utflöden ej följda till graven vid drift av flygtransport, tågtransport och drift samt tillverkning och resthantering av utrustning för bildkonferens

Utflöden ej följda till graven (g)	Flyg+buss	Tåg	Bildkonf, 5h	Bildkonf, 30h
Al			7,15E+00	1,65E+00
Aluminium oxide			1,27E+00	2,64E-01
Ammonia			6,13E-04	1,02E-04
Benzene			5,00E-01	7,80E-02
Blast furnace gas [Nm3]			7,59E-02	1,18E-02
Carbon reused as fuel			9,78E-03	-8,16E-04
Coke dust			4,79E+00	7,48E-01
Coke gas [Nm3]			3,35E-03	5,23E-04
Cu			1,22E+01	2,22E+00
Fe			8,84E-01	1,47E-01
Iron scrap			2,32E-02	4,81E-03
LD-gas [Nm3]			8,25E-03	1,28E-03
Pig iron			2,65E+00	4,13E-01
Raw steel			1,53E+01	2,38E+00
Skimmings and dross for recycling			7,14E-03	-5,78E-04
Slag			1,57E+01	2,44E+00
Steel			5,58E+00	1,31E+00
Steel scrap			3,62E-03	-2,95E-04
Sulphur			9,48E-02	1,48E-02
Tar			1,73E+00	2,70E-01

3.8.8 Interna energibärare

Nedan i tabell 3.8 visas *interna energibärare*, som alltså representerar de energibärare som används i olika processer i livscyklerna. Emissioner från förbränning av dessa är redan inkluderade i emissionerna ovan och resursförbrukningen för att tillverka dessa bränslen och producera elektriciteten är även den redan inkluderad ovan. Dessa parametrar är alltså en dubbelbokning. De tas därför ej hänsyn till i miljöeffektbedömningen. De redovisas här ändå, eftersom det kan kännas mer bekant att se hur mycket energi i MJ i olika former som går åt till skillnad från hur många gram av olika resurser som går åt.

Tabell 3.8. Interna energibärare vid drift av flygtransport, tågtransport och drift samt tillverkning och resthantering av utrustning för bildkonferens

Interna energibärare (MJ)	Flyg+buss	Tåg	Bildkonf, 5h	Bildkonf, 30h
Aircraft fuel	1,83E+03			
Coal			1,80E-01	3,37E-02
Coal, feedstock			1,68E+00	2,62E-01
Diesel	3,53E+01		4,49E-01	8,04E-02
Diesel, boat			3,34E-01	5,43E-02
District heat, Swedish average			-3,50E+00	-5,82E-01
Electricity			2,10E+01	3,86E+00
Electricity, Swedish average		1,93E+02	1,99E+02	2,56E+01
Electricity, UCPTE			1,14E-01	6,78E-03
Gasoline			2,53E-04	3,95E-05
Hydro power [MJel]			2,07E-02	3,96E-03
LP-gas (prop.)			5,20E-03	8,39E-04
Natural gas			1,12E+00	2,05E-01
Natural gas, feedstock			1,99E+00	3,90E-01
Nuclear power [MJel]			6,03E-02	1,08E-02
Oil			6,06E-01	1,05E-01
Oil (heavy fuel)			4,49E-05	7,90E-06
Oil (light fuel)			2,67E-03	4,64E-04
Oil, feedstock			1,96E+00	3,83E-01

4. Miljöpåverkansbedömning

4.1 Introduktion

En kort introduktion till miljöpåverkansbedömning ges i avsnitt 2.2.7. En komplett lista över vilka effektkategorier som bör ingå i en LCA presenterades i tabell 2.1. I karakteriseringsberäkningen inkluderades endast de effektkategorier för vilka data fanns tillgängliga. De effektkategorier som har använts i den här studien redovisas i tabell 4.1 (för diskussion om de effektkategorier som valts bort, se avsnitt 2).

Tabell 4.1. Effektkategorier i den här studiens klassificering och karakterisering.

Huvudkategori	Subkategori	Karakteriseringsfaktorns enhet
1. Resursutarmning	1.1 Energi <ul style="list-style-type: none"> • icke-förnyelsebar 	l / kg resursreserv
	1.2 Material <ul style="list-style-type: none"> • icke-förnyelsebar 	l / kg resursreserv
2. Mänsklig hälsa	2.1 Toxiska effekter <ul style="list-style-type: none"> • från luftemissioner [HCA] • från vattenemissioner [HCW] 	kg kroppsvikt / kg kg kroppsvikt / kg
	3. Ekologiska effekter	3.1 Växthuseffekt [GWP ₁₀₀] 3.2 Ozonnedbrytning [ODP] 3.3 Försurning [AP] 3.4 Eutrofiering [NP] 3.5 Fotooxidant-bildning [POCP] 3.6 Ekotoxiska effekter <ul style="list-style-type: none"> • påverkan på akvatiska system [ECA]

4.2 Beskrivning av effektkategorier och viktningsmetoder

Nedan ges en beskrivning av de olika effektkategorierna i karakteriseringen och referenserna till de karakteriseringsfaktorer som använts. De flesta karakteriseringsfaktorerna finns även sammaställda i rapporten "Characterisation factors and valuation indexes for four methods" (Eriksson et al, 1996). Betonas bör att den faktiska miljöpåverkan ej kunnat beskrivas i studien, utan mera det potentiella bidraget till olika miljöeffekter, baserat på ett antagande om sk maximalt bidrag, där olikheter i recipienten (mottagande medium) ej kunnat tas hänsyn till.

4.2.1 Utarmning av icke-förnyelsebara energi- och materialresurser

Endast utarmning av icke-förnyelsebara resurser inkluderas här. Anledningen är att icke-förnyelsebara resurser är av större intresse då miljöeffekterna av förbrukning av dessa resurser i regel är betydligt större än av förbrukning av förnyelsebara. Endast de icke-förnyelsebara resurserna är verkligen hotade att uttarmas. De förnyelsebara resurser som används för bildkonferensen är vattenkraft och biomassa. Det anses inte vara av särskilt intresse att specialstuderas dessa här, då dels mängderna som används är relativt små, dels varken vattenkraft eller biomassa är parametrar som speciellt associeras med bildkonferens, och därmed inte det finns något annat skäl att inkludera dessa.

Ett sätt att inkludera resurser i miljöeffektbedömning är att inkludera mängderna av de olika förbrukade resurserna (jämför den sk UMIP-metoden, Wenzel et al). Ett annat sätt är att relatera mängderna av olika icke-förnyelsebara resurser till de totala uttagsbara reserverna, enligt definition av World resources. Denna metod kallas "reserve-base" (Lindfors et al, 1995).

Karakteriseringsfaktorerna för "reserve-base"-metoden definieras som:

$$W_{ij} = 1/R_{ij}$$

där R_{ij} är tillgången på brytningsvärda naturresursreserven i världen. Enheten på karakteriseringsfaktorn blir således kg^{-1} , varför enheten på effektkategorin blir $kg \text{ resurs per } kg \text{ resursreserv}$ (eller $g \text{ resurs per } kg \text{ resursreserv}$).

En annan metod är att jämföra uttagbar reserv med uttagstakten av reserven (den sk "reserve-to-use"-metoden).

Här används "reserve-base"-metoden. Denna metod gör att olika metaller som är knappa slår relativt mer än de resurser som det är mer gott om. "Reserve-to-use"-metoden slår mer för de resurser som det används mer av, t ex olja. Att välja "reserve-base"-metoden här gör alltså att förbrukningen av knappa metaller syns. Förbrukningen av olja- och andra energiråvaror av olika delar av bildkonferensen redovisas ändå i tolkningen under avsnitt 5.1.1.

Karakteriseringsfaktorer baserade på följande referenser och principer har använts (se referenslista):

- World resources 92-93
- beräknat från konc. i jordskorpan
- beräknat från NUTEK

4.2.2 Växthuseffekt

Olika gasers bidrag till växthuseffekten beräknas med hjälp av "Global Warming Potentials", GWP, som uttrycks som CO₂-ekvivalenter. Dessa har beräknats genom att hänsyn tas till både de olika gasernas förmåga att absorbera värmestrålning och till deras livstid i atmosfären. Bidraget till förändringen i strålningsbalansen jämförs sedan med koldioxidens bidrag. Eftersom olika gaser har olika livslängd blir CO₂-ekvivalenterna något olika beroende på vilket tidsperspektiv man väljer. I den här studien har 100 år valts (därav beteckningen GWP₁₀₀). Enligt tidigare erfarenhet påverkar huruvida GWP 100 eller t ex GWP 20 resultatet till viss del. Dock skulle det endast påverka resultatet marginellt.

Karakteriseringsfaktorn har enheten *gram CO₂-ekvivalenter per kilogramgram av den aktuella emissionen*, varför effektkategoriens enhet blir *gram CO₂-ekvivalenter*.

Karakteriseringsfaktorer baserade på följande referenser har använts (se referenslista):

- IPCC 1995
- Houghton et al., 1990
- Naturvårdsverket, 1992
- Baumann 1993

4.2.3 Ozonuttunning

Denna effektkategori berör ämnen som bidrar till nedbrytning av stratosfäriskt ozon. Olika gasers bidrag beräknas med hjälp av "Ozone Depletion Potentials", ODP, som uttrycks som CFC-11-ekvivalenter. Denna karakteriseringsfaktor uttrycker de olika gasernas potential att bryta ner ozon jämfört med den i tekniska sammanhang vanliga freonen CFC-11. I den här studien har ODP-värden för olika gaser vid "steady state" (jämviktsförhållanden) använts, det vill säga i ett långt tidsperspektiv. (se även avsnitt 5.2.2.2.1 Karakteriseringsmetoder för känslighetsanalys).

Karakteriseringsfaktorn har enheten *gram CFC-11-ekvivalenter per kilogramgram av den aktuella emissionen*, varför effektkategoriens enhet blir *gram CFC-11-ekvivalenter*.

Karakteriseringsfaktorer baserade på följande referenser har använts (se referenslista):

- WMO 1992

4.2.3 Försurning

Den här effektkategorin berör de ämnen, som bidrar till försurningen av land och sjöar. Karakteriseringsfaktorn som valts är andelen frigjorda protoner, mätt i förmågan hos 1 gram av det aktuella ämnet att frigöra vätejoner jämfört med samma förmåga hos 1 gram SO_2 . Enhet är alltså *gram SO_2 -ekvivalenter*.

Försurningen står för sänkning av pH-värdet i land- och vattensystem. De ämnen som bidrar mest till försurningen är SO_2 , NO_x , NH_3 , HCl och andra syror.

Den karakteriseringsmetod som väljs är "maximum-metoden" (Lindfors et al, 1995), där maximal teoretisk effekt antas. Inom studiens ramar har vi inte kunnat skilja mellan olika markegenskaper i olika geografiska områden.

Karakteriseringsfaktorer baserade på följande referenser och principer har använts (se referenslista):

- Heijungs 1992
- stökiometrisk bildning av H^+

4.2.4 Eutrofiering

När den nutritionella balansen störs så att mängden näringsämnen ökar, kallas detta eutrofiering. I akvatiska ekosystem (vattenekosystem) leder detta till ökad produktion av biomassa, vilket kan leda till syrebrist och bottendöd. I terrestra system (landekosystem) leder deposition av kväveinnehållande ämnen till ökade kvävekoncentrationer, vilket leder till en förändring av artsammansättningen. Vid kvävemättnad (kvävetillskottet är så stort att växterna inte kan ta upp allt och nitrat börjar läcka ut med markvattnet) uppstår särskilt allvarliga obalanser i ekosystemet.

Det potentiella bidraget till eutrofiering (övergödning) uttrycks här som NO_x^- (kväveoxid)-ekvivalenter, och anger kapaciteten hos 1 gram av den aktuella emissionen att gynna biomassatillväxten jämfört med samma kapacitet hos 1 gram kväveoxider.

Här har även fosfor-innehållande ämnen antagits bidra till eutrofiering. Vi har här använt den metod där maximal teoretisk effekt antas, och vi skiljer inte på huruvida recipienten är kväve- eller fosforbegränsad, då sådan specifik information inte kunnat samlas in i inventeringen (Lindfors et al, 1995).

Karakteriseringsfaktorn som valts har enheten *gram NO_x -ekvivalenter per kilogramgram av den aktuella emissionen*, varför effektkategoriens enhet blir *gram NO_x -ekvivalenter*.

Karakteriseringsfaktorer baserade på följande referenser har använts (se referenslista):

- Baumann 1993
- beräknad från Heijungs 1992

4.2.5 Bildning av fotokemiska oxidanter

Troposfärens koncentration av ozon (sk marknära ozon) och andra fotooxidanter har ökat det sista århundradet. Marknära ozon har toxiska effekter på människa och vegetation och bedöms bl a vara en huvudorsak till skogsskadorna i bl a Skandinavien, västra Tyskland, alpländerna och USA.

Höga halter av det marknära ozonet och andra fotooxidanter bildas i atmosfärkemiska reaktioner under medverkan av solljus. Höga halter är kopplade till utsläpp av kolväten vid närvaro av NO_x . Om bakgrundshalten av NO_x är låg, kan NO_x vara den begränsande faktorn för bildning av marknära ozon.

Det potentiella bidraget till fotooxidant-bildningen uttrycks här som C_2H_2 (eten)-ekvivalenter och är ett mått på den aktuella emissionens förmåga att bilda fotooxidanter jämfört med samma förmåga hos eten.

Ett problem med att kvantifiera bidraget till marknära ozon är att kolväten ofta inte mäts på annat sätt än att "kolväten" redovisas som klump, och ej som specifika kolväten. Häri ligger därmed osäkerheter, eftersom olika kolväten potentiella förmåga att bilda ozon skiljer sig åt.

Karakteriseringsfaktorn som valts har enheten *gram C_2H_2 -ekvivalenter per kilogram av den aktuella emissionen*, varför effektkategoriens enhet blir *gram C_2H_2 -ekvivalenter*.

Karakteriseringsfaktorer baserade på följande referenser har använts (se referenslista):

- Andersson-Sköld 1992
- Heijungs 1992

4.2.6 Mänsklig hälsa: Toxiska effekter

Den här effektkategorin omfattar emissioner till luft, vatten och mark som är toxiska för människan.

Det finns två underkategorier: HCA som motsvarar effekterna av luftemissioner och HCW, som beskriver effekterna från vattenemissionerna.

För att beskriva olika emissioners hälsoeffekter har den så kallade "Contaminated bodyweight"-metoden använts (Heijungs et al, 92).

Metoden bygger på uppgifter om "acceptable concentration in air", "tolerable daily intake" och "acceptable daily intake" som har fastställts av WHO eller av Holländska myndigheter. Det valda värdet har sedan multiplicerats med ett antal faktorer som beskriver utspädning, inandning mm. Den framräknade karakteriseringsfaktorn har enheten *kilogram kontaminerad kroppsvikt per kg emission*, varför effektkategoriens enhet blir *kilogram kontaminerad kroppsvikt*.

De potentiella toxiska effekterna av ett luftutsläpp beror naturligtvis på var utsläppet sker, i vilken koncentration, och vilka organismer som befinner sig i närheten. Här har inte kunna inkluderas sådana lokala skillnader, då en sådan kartläggning är alltför omfattande. Frågan om lokala effekter som human toxicitet och ekotoxicitet alls skall ingå kan förstås vara relevant. Här har dessa två effekter inkluderats som exempel för att visa Telia ur lokala effekter än så länge hanteras i LCA. Osäkerheterna är mycket stora, och därför läggs liten vikt till resultaten.

Karakteriseringsfaktorer baserade på följande referenser har använts (se referenslista):

- Heijungs 92

4.2.7 Ekotoxiska effekter

Denna effektkategori har delats in i två undergrupper:

- Olika emissioners toxiska effekter på terrestra ekosystem, [ECT]
- Olika emissioners toxiska effekter på akvatiska ekosystem, [ECA]

I den här studien är endast toxiska effekter på akvatiska system relevanta, eftersom inga parametrar för terrestra emissioner ingår. Dessa effekter baseras på "maximum tolerable concentrations", MTC.

De ekotoxiska effekterna är lokala effekter som orsakas av att ekosystem exponeras för ämnen med potentiell giftig verkan, (exempelvis olje- och metallutsläpp till vatten), till skillnad från till exempel växthuseffekten som är ett globalt miljöproblem. De toxiska effekterna på ekosystemen kan även orsakas av luftföroreningar som transporterats över långa avstånd.

Karakteriseringsresultatet för ekotoxicitet är mycket osäkert, då samma typer av osäkerheter gäller för dessa effekter som för humantoxiska effekter! Resultatet för denna effektkategori används därför ej för slutsatser.

Karakteriseringsfaktorn har enheten *kilogramgram förorenad mark per kilogramgram av den aktuella emissionen* (terrestra system) alternativt *kubikmeter förorenat vatten per kilogramgram av den aktuella emissionen* (akvatiska system), varför effektkategoriernas enheter blir *kilogramgram förorenad mark* alternativt *kubikmeter förorenat vatten*.

Karakteriseringsfaktorer baserade på följande referenser har använts (se referenslista):

- Heijungs 92

4.2.8 Viktningsmetoder (värderingsmetoder)

Effektkategorimetoden (ET; Environmental Theme)

Effektkategorimetoden baseras på en karakteriseringsmetod utvecklad av McKinsey & Company Inc. i samarbete med Center for Environmental Science (CML) i Leiden och Dutch National Institute for Health and Environment (RIVM). Metoden har anpassats till svenska förhållanden och byggts på med ett viktningssteg vid CIT. Metoden innefattar en karakterisering och en viktning. Den bygger på idén att utsläpp kan karaktäriseras vetenskapligt i ett begränsat antal miljöeffektkategorier, och därigenom minska viktningens komplexitet, då man jämför vikten av en effekt med en annan.

Viktningen mellan de olika effektkategorierna kan göras t ex genom att politiska mål för respektive miljöeffekt används, dvs ju större reduktion som skall nås för en miljöeffekt, desto större vikt får respektive miljöeffekt i den sammanlagda viktningen.

Miljöbelastningen uttrycks i enheten: *ET impact points*. Indexet har enheten ET impact points per g.

Ekoknapphetsmetoden (ECO)

Ekoknapphetsmetoden har utvecklats av BUWAL i Schweiz. Metoden är anpassad till svenska förhållanden vid CIT. Metoden är en direkt viktning av inventeringsresultat och den innefattar ingen karakterisering. Viktningen utgår från politiska mål för respektive miljöbelastningsparameter.

Miljöbelastningen uttrycks i enheten: *Eco points*. Indexet har enheten Eco points per g.

Environmental Priority Strategies in product design (EPS)

EPS-metoden är en svensk metod utvecklad på initiativ av Volvo och Industriförbundet vid Institutet för vatten- och luftvårdsforskning (IVL).

Den grundläggande principen för EPS-metoden är att beskriva miljöpåverkan som en effekt på ett eller flera skyddsobjekt. Effekten viktnas utifrån betalningsviljan att bevara skyddsobjekten i deras normala tillstånd. Följande skyddsobjekt ingår i en bedömning enligt EPS:

- mänsklig hälsa
- biologisk mångfald
- produktion
- resurser
- estetiska värden

EPS är den enda viktningsmetoden av de tre, där hänsyn tas till att kritiska belastningar och utsläppsgränser är olika viktiga för olika föroreningar. Att överskrida begränsningar för

utsläpp av försurningspåverkande ämnen som SO₂ behöver exempelvis inte vara lika allvarligt som att överskrida begränsningar för utsläpp eutrofieringspåverkande ämnen (t ex NO_x).

Den allvarligaste bristen med EPS-metoden är för närvarande att den till viss del saknar genomskinlighet. I rapporten "The EPS Enviro-Accounting Method" redovisas de principer som EPS-metoden bygger på, men den redovisar inte i detalj hur alla EPS-index har beräknats.

Osäkerheterna är större i EPS-systemet eftersom metoden går längre i orsaks - effekt kedjan än övriga metoder.. Dessa redovisas tydligt men de är mycket stora. Några av osäkerheterna, men inte alla, kommer att minska i takt med den fortsatta utvecklingen av EPS-metoden.

När den nuvarande versionen används, beror ofta resultatet av viktningen till över 90% på utsläpp av CO₂ och behovet av fossila bränslen. Utsläpp av CO₂ är viktiga därför att växthuseffekten förväntas resultera i ökad svält, vilket är en av effekterna på skyddsobjektet "mänsklig hälsa". Svält bedöms ha en stor effekt eftersom ett stort antal människor påverkas.

Behovet av fossila bränslen är viktigt därför att bevarandet av bränsleresurser förväntas kräva stora arealer land för produktion av biobränslen, vilket minskar produktionen av trä- och sädeslag för andra syften. En minskning av produktionen av träd och sädeslag har effekt på skyddsobjektet "produktion". Dessa effekter viktas utifrån marknadspriser för virke och säd inom OECD.

Miljöbelastningen uttrycks i enheten: ELU (Environmental Load Units). Indexet har enheten ELU per g.

4.3 Presentation av resultat

4.3.1 Klassificering

De mest betydande resurser och emissioner som klassificerats i respektive effektkategori framgår av diagram 4.1-4.98.

4.3.2 Karakterisering

Resultatet av karakteriseringen presenteras nedan i Diagram 4.1 till 4.98. Resultaten tolkas i avsnitt 5.

4.3.2.1 Utarmning av icke-förnyelsebara resurser, energi

Utarmning av icke-förnyelsebara resurser (energi)

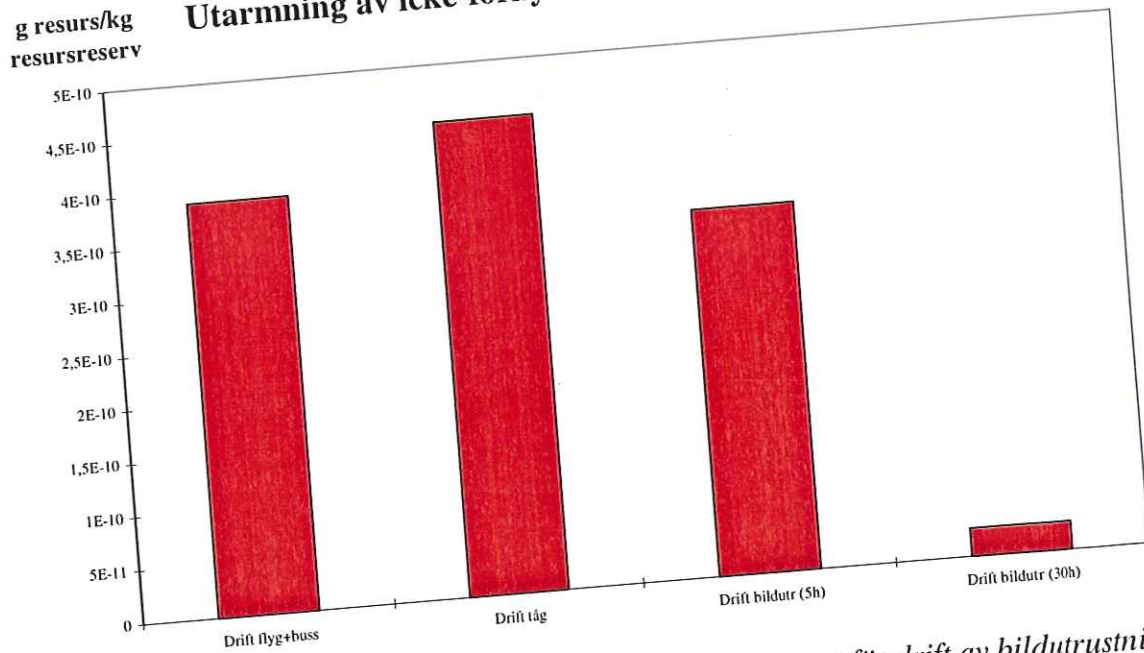


Diagram 4.1. Utarmning av icke-förnyelsebara energiresurser för drift av bildutrustning jämfört med drift av flygtransport respektive tågtransport

Utarmning av icke-förnyelsebara resurser

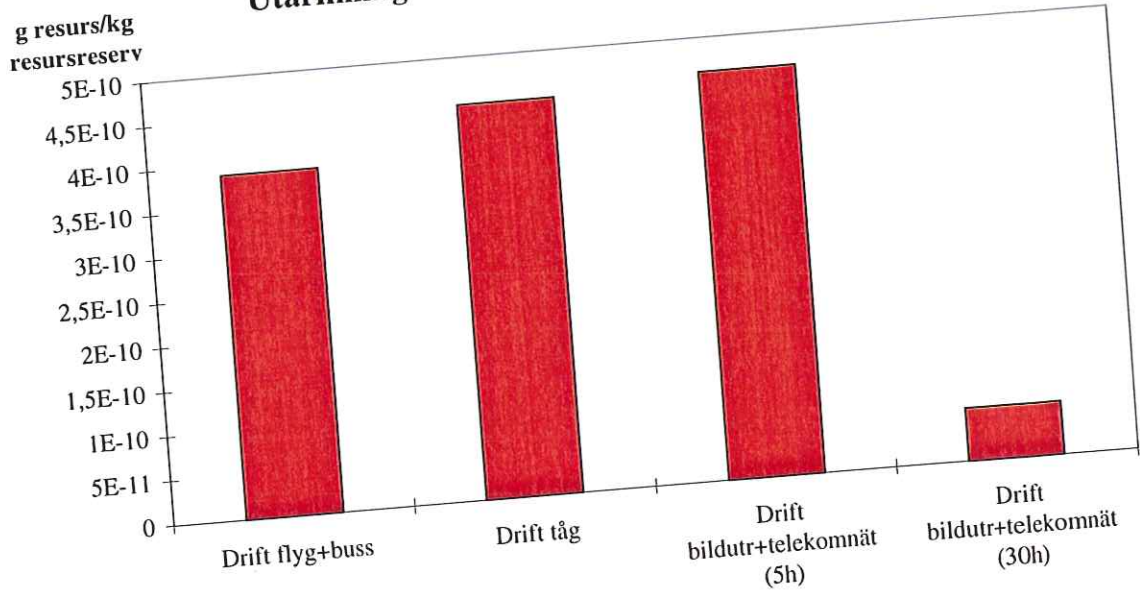


Diagram 4.2. Utarmning av icke-förnyelsebara energiresurser för drift av bildutrustning+telekommunikation jämfört med drift av flygtransport respektive tågtransport

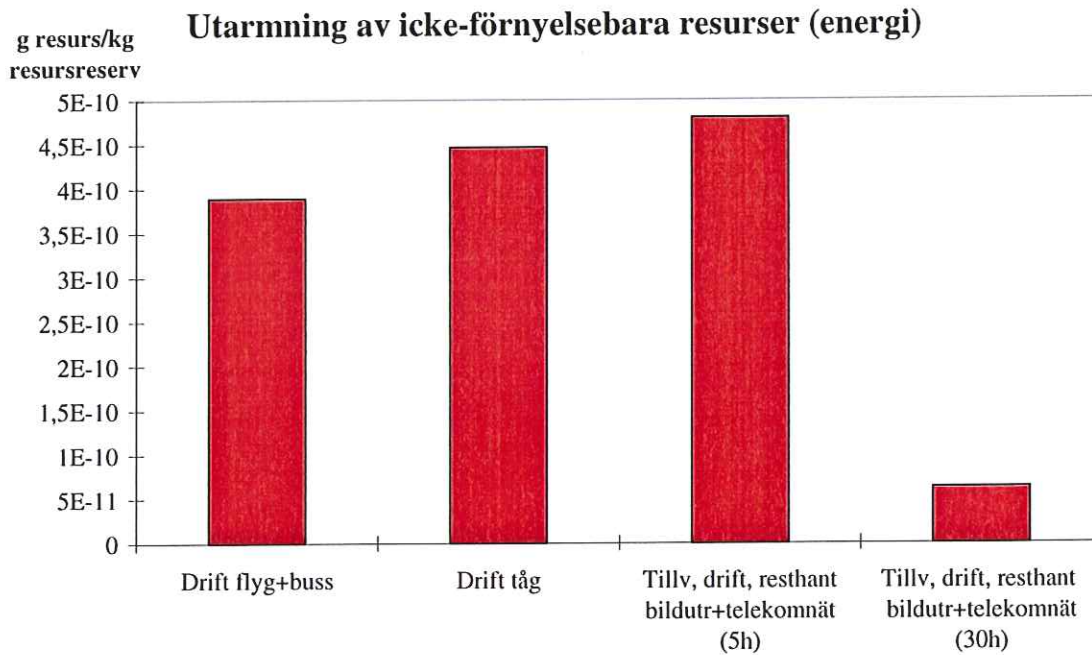


Diagram 4.3. Utarmning av icke-förnyelsebara energiresurser för tillverkning, transporter, drift och resthantering av bildutrustning+telekommunikationnät jämfört med drift av flygplan+buss respektive tåg+vagnar

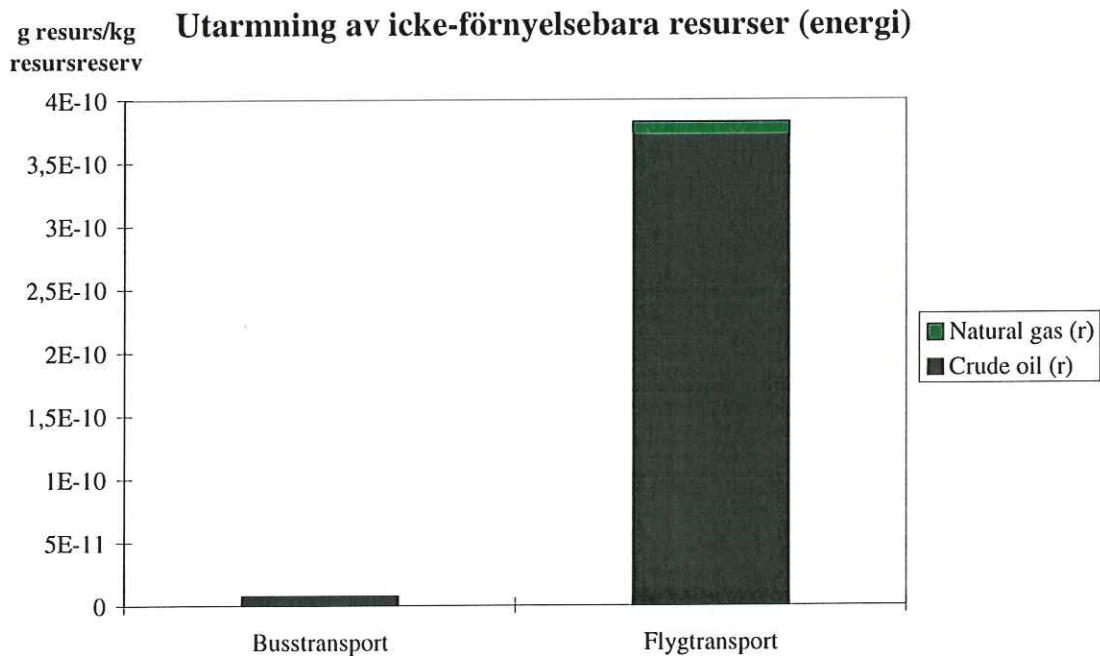


Diagram 4.4. Utarmning av icke-förnyelsebara energiresurser för drift av flygplan+buss.

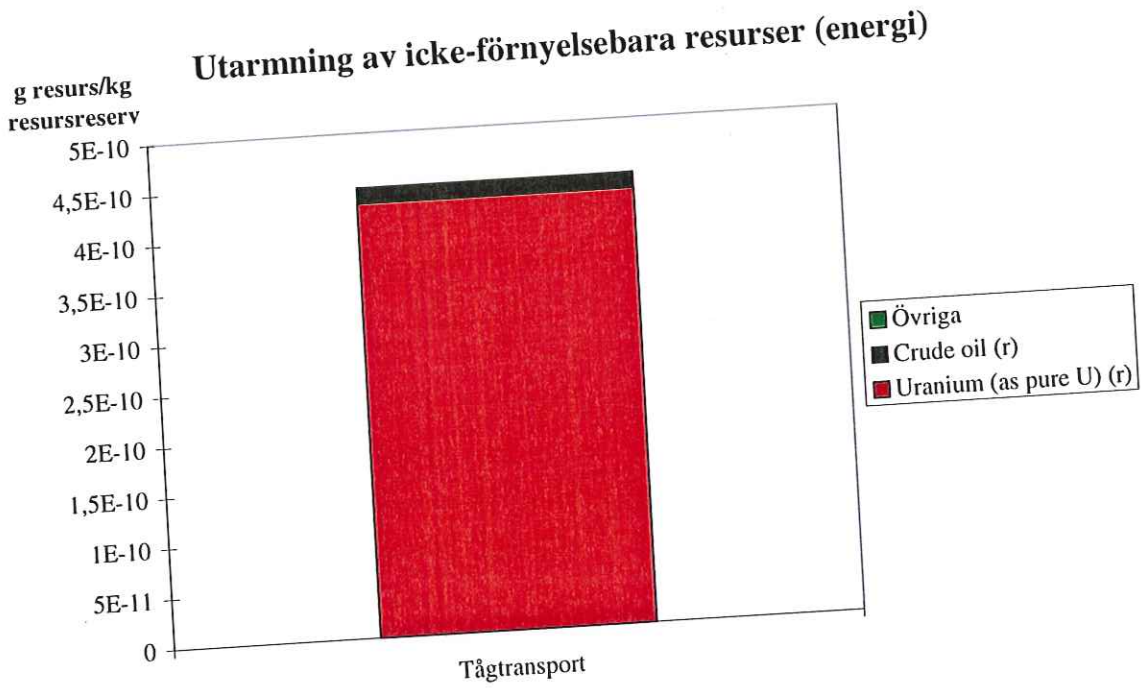


Diagram 4.5. Utarmning av icke-förnyelsebara energiresurser för drift av tåg+vagnar.

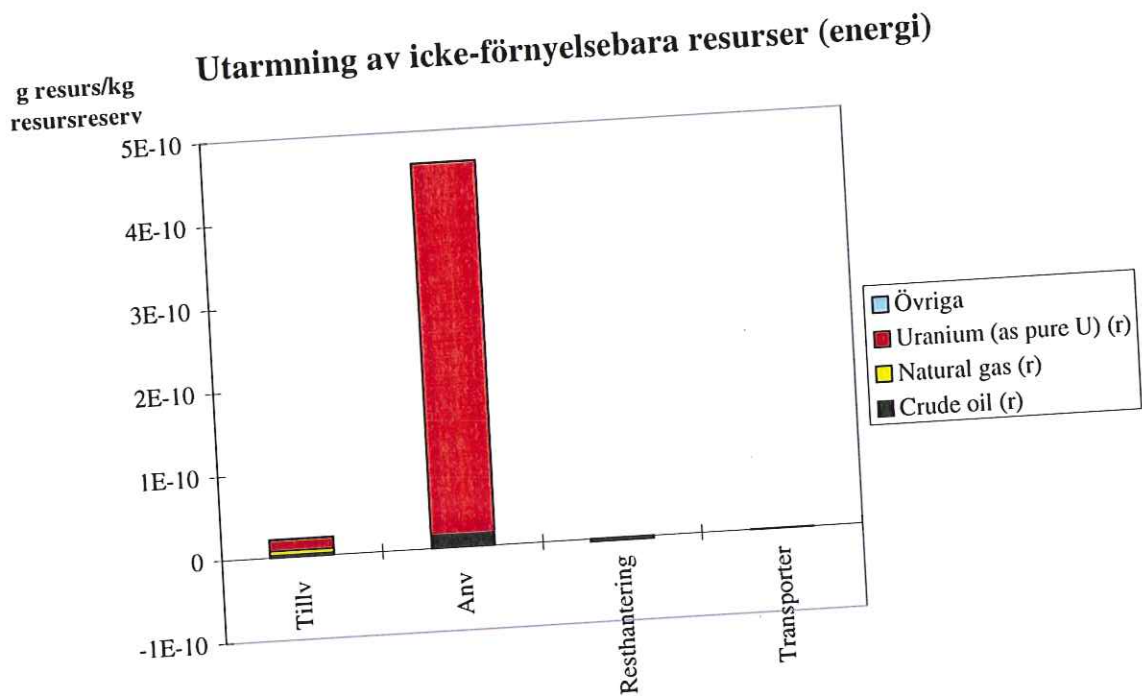


Diagram 4.6. Utarmning av icke-förnyelsebara energiresurser för bildkonferens (5h).

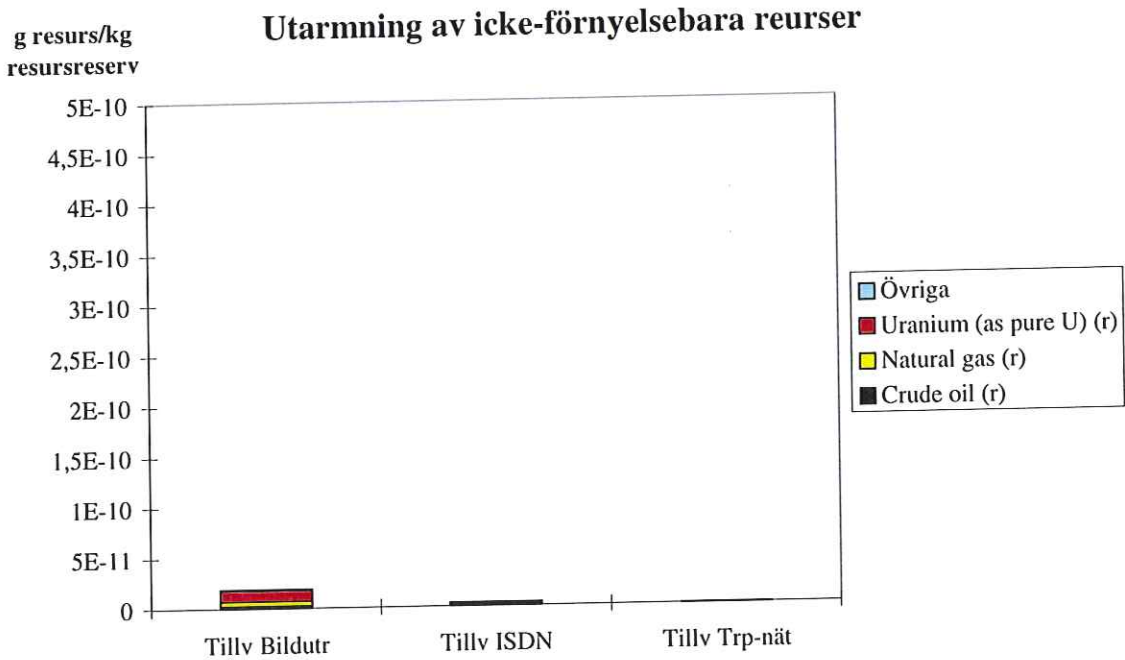


Diagram 4.7. Utarmning av icke-förnyelsebara energiresurser för tillverkning av utrustning till bildkonferens (5h).

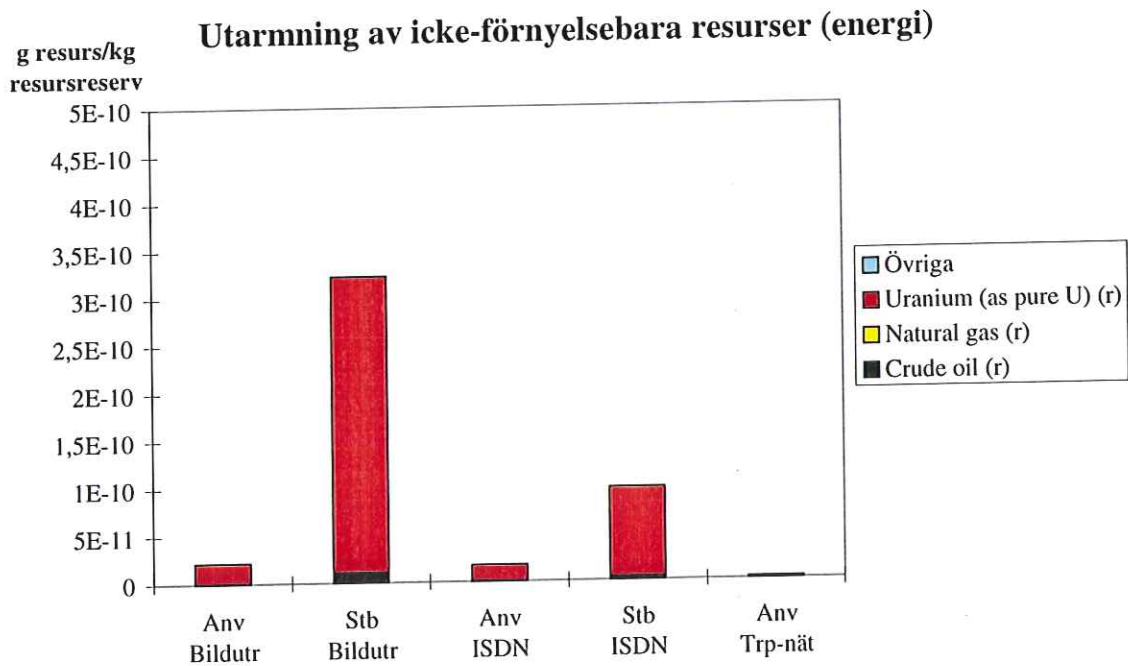


Diagram 4.8. Utarmning av icke-förnyelsebara energiresurser för drift av utrustning till bildkonferens (5h).

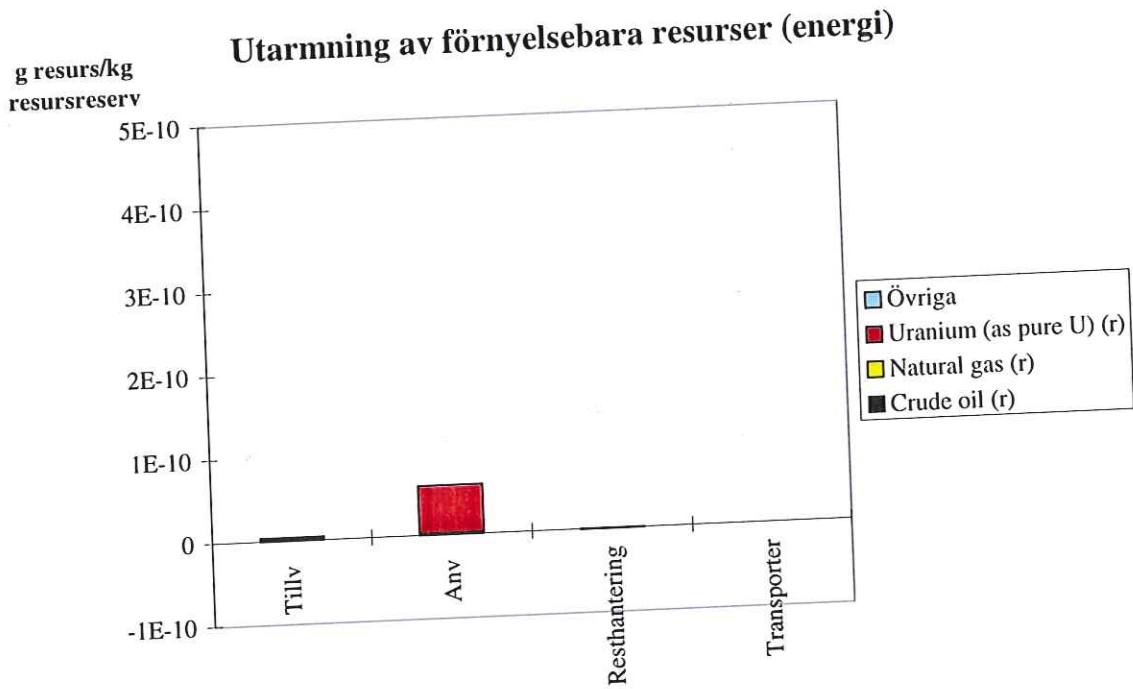


Diagram 4.9. Utarmning av icke-förnyelsebara energiresurser för bildkonferens (30h).

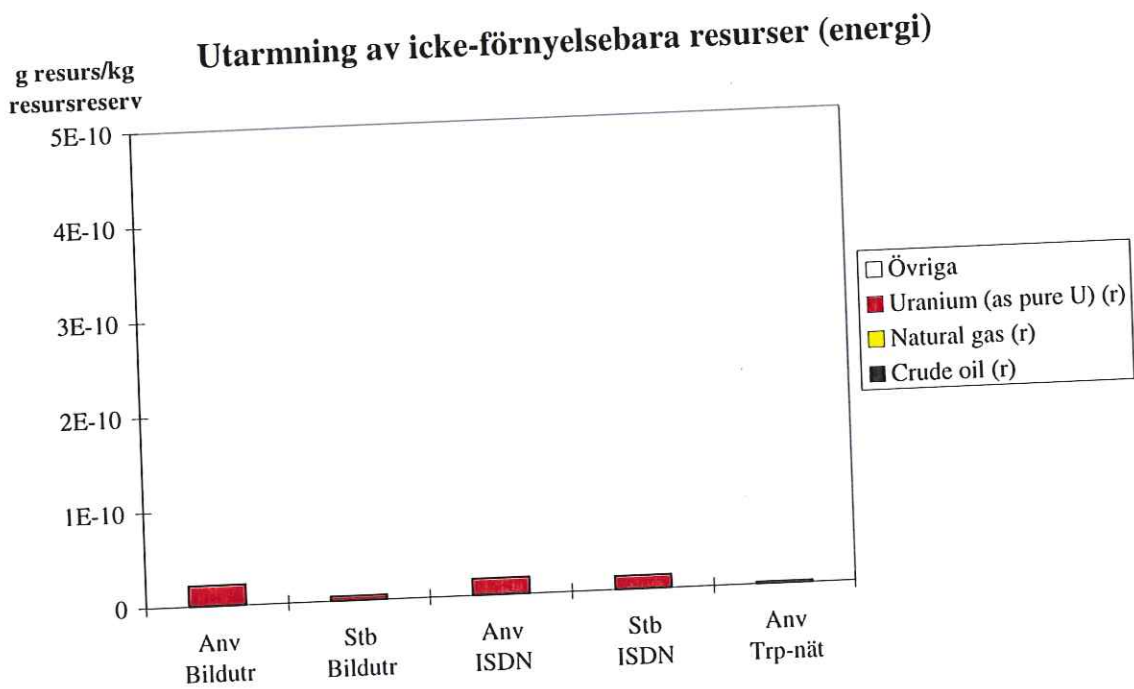


Diagram 4.10. Utarmning av icke-förnyelsebara energiresurser för drift av utrustning till bildkonferens (30h).

4.3.2.2 Utarmning av icke-förnyelsebara resurser, material

g resurs/kg
resursreserv

Utarmning av icke-förnyelsebara resurser (material)

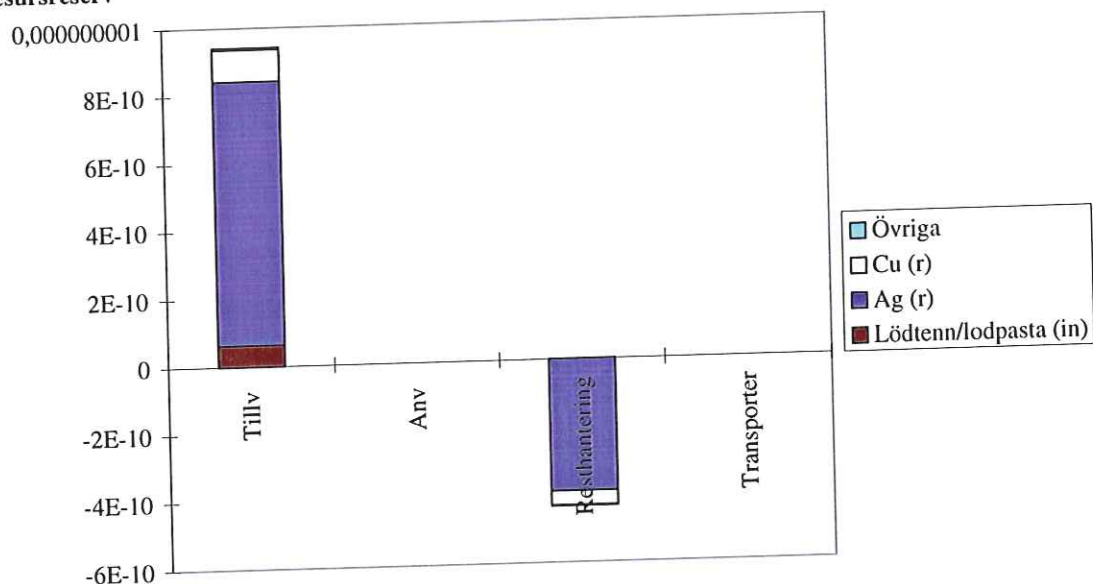


Diagram 4.11. Utarmning av icke-förnyelsebara materialresurser för bildkonferens (5h).

g resurs/kg
resursreserv

Utarmning av icke-förnyelsebara resurser (material)

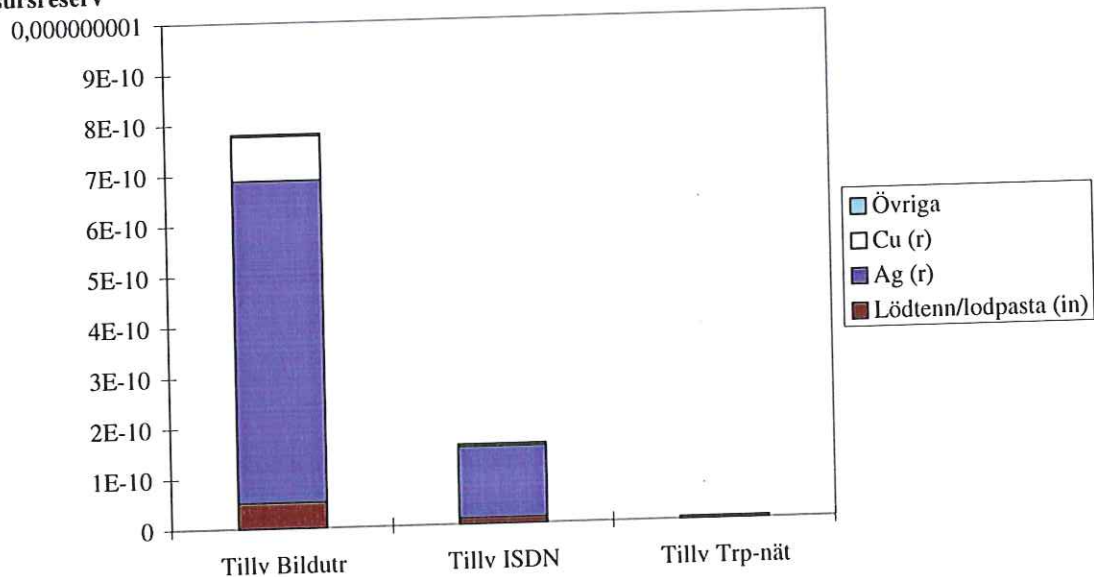


Diagram 4.12. Utarmning av icke-förnyelsebara materialresurser för tillverkning av utrustning till bildkonferens (5h).

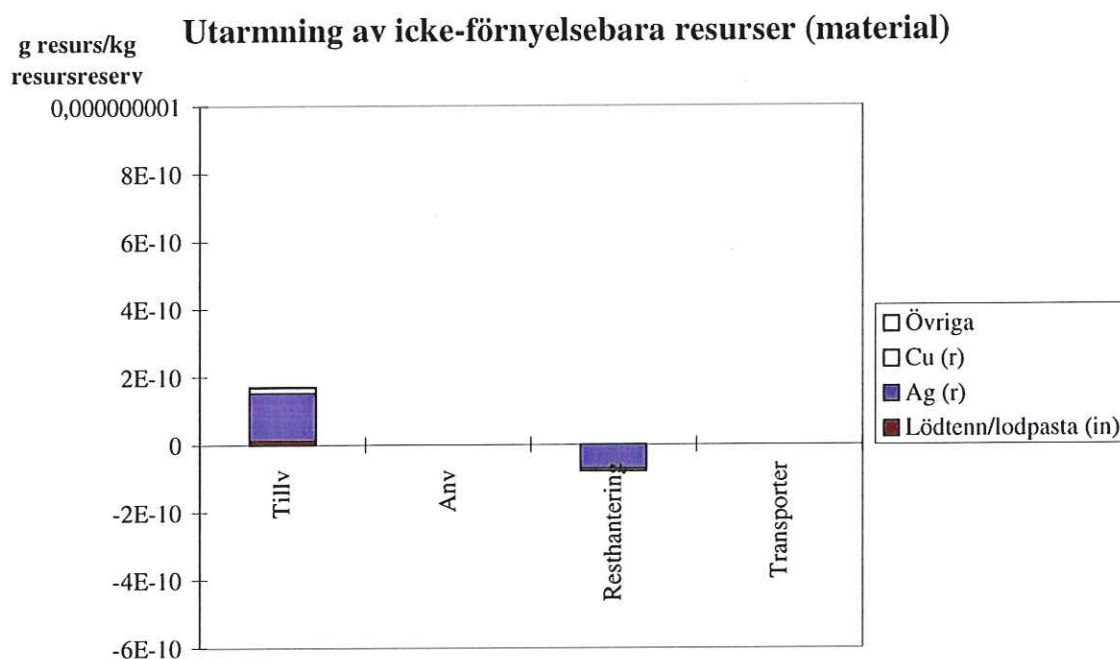


Diagram 4.13. Utarmning av icke-förnyelsebara materialresurser för bildkonferens (30h).

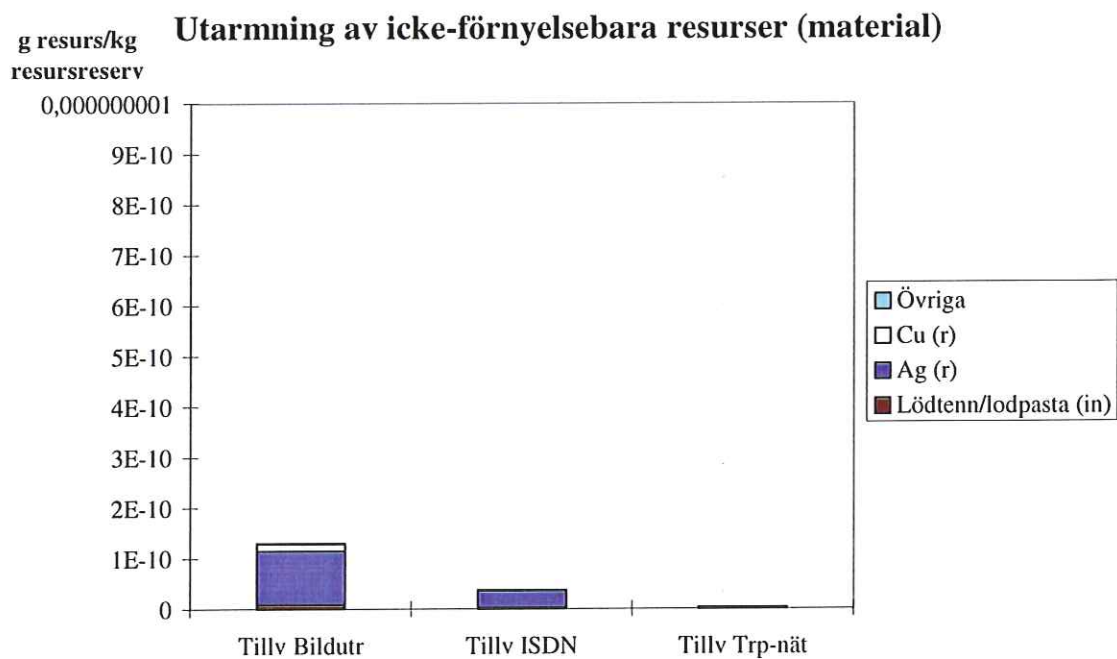


Diagram 4.14. Utarmning av icke-förnyelsebara materialresurser för tillverkning av utrustning till bildkonferens (30h).

4.3.2.3 Växthuseffekt

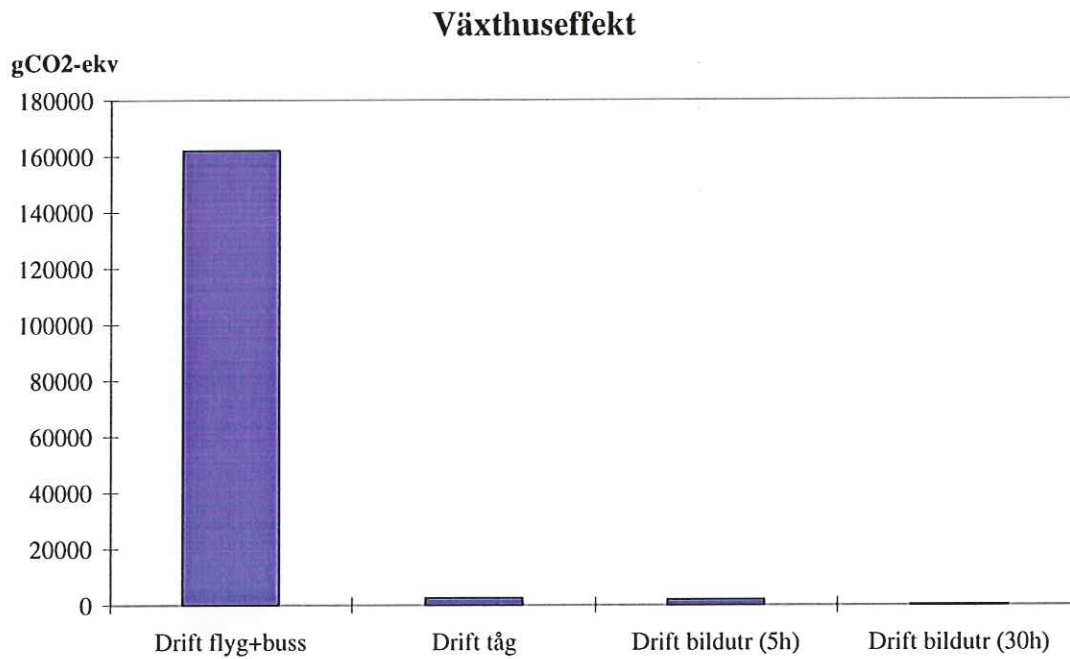


Diagram 4.15. Växthuseffekt för drift av bildutrustning jämfört med drift av flygtransport respektive tågtransport.

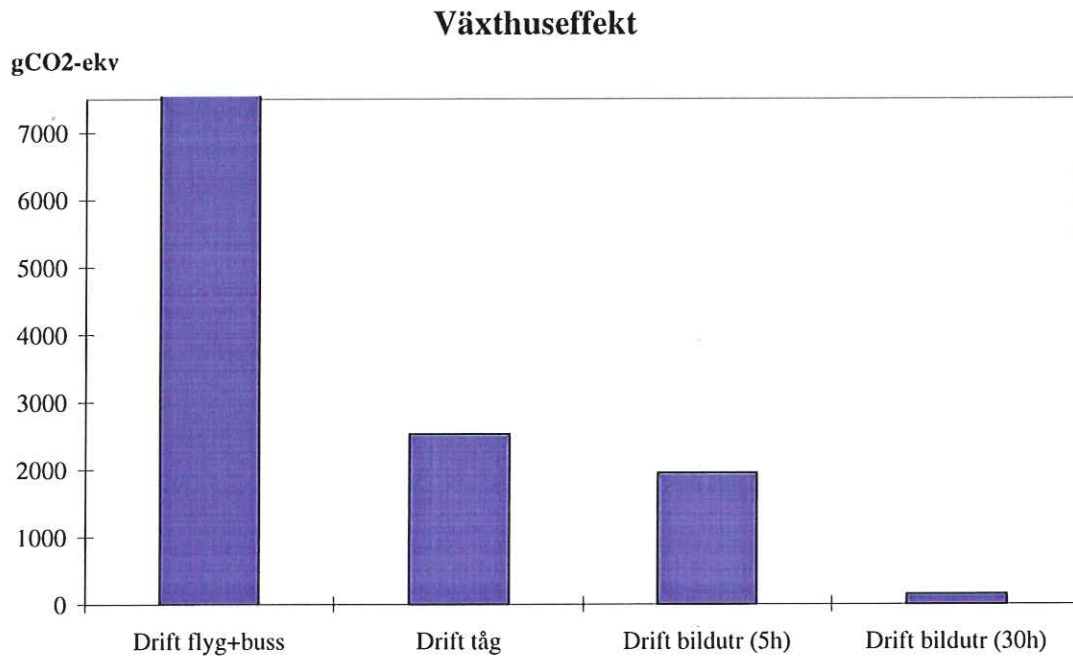


Diagram 4.16. Växthuseffekt för drift av bildutrustning jämfört med drift av flygtransport respektive tågtransport (samma diagram som ovanstående men med anpassad skala för att tydligare visa staplarna för tåg och bildutrustning).

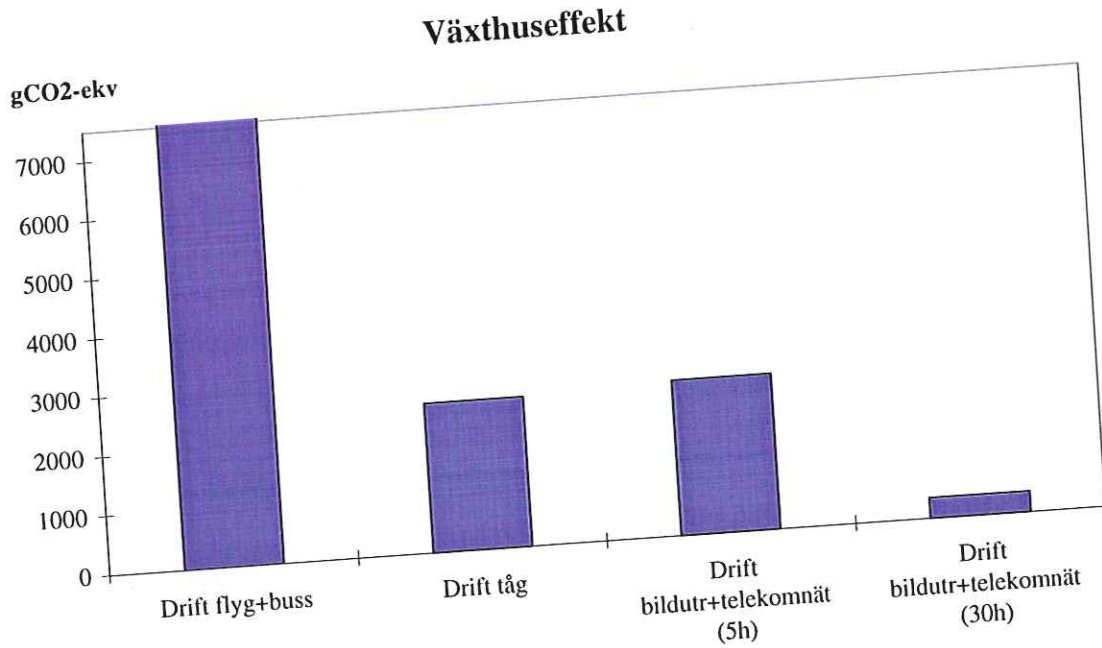


Diagram 4.17. Växthuseffekt för drift av bildutrustning+telekommunikationnät jämfört med drift av flygplan+buss respektive tåg+vagnar.

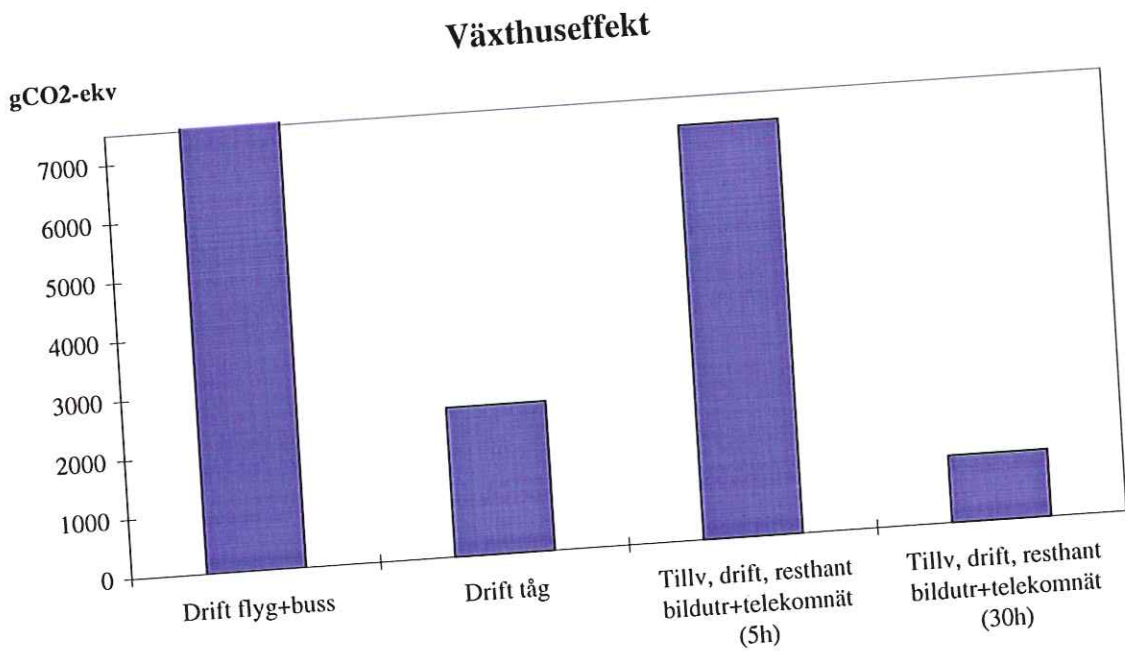


Diagram 4.18. Växthuseffekt för tillverkning, transporter, drift och resthantering av bildutrustning+telekommunikationnät jämfört med drift av flygplan+buss respektive tåg+vagnar.

Växthuseffekt

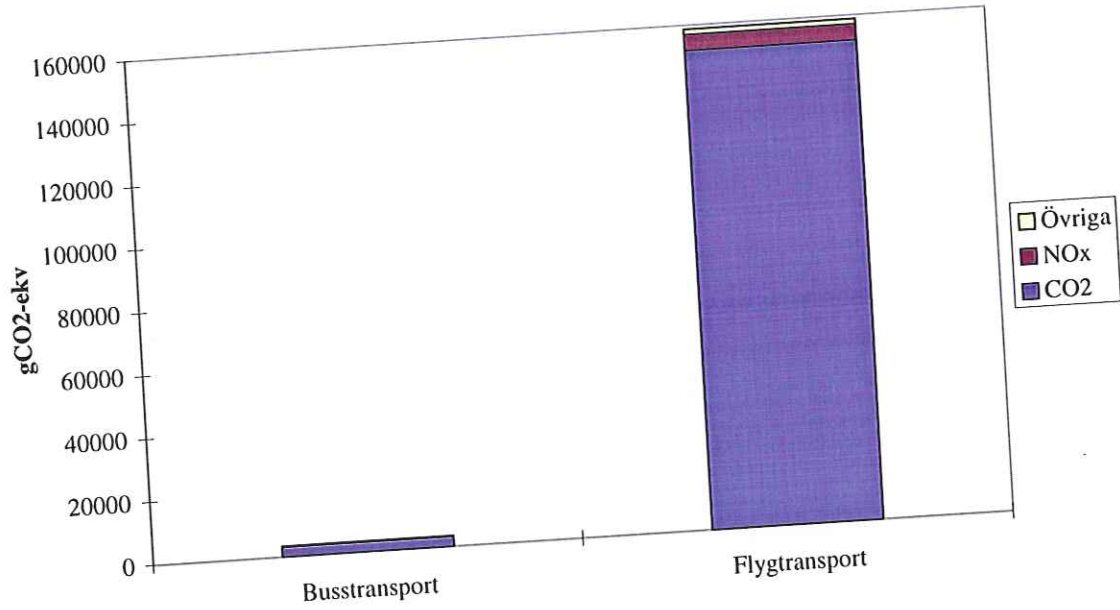


Diagram 4.19. Växthuseffekt för drift av flygplan+buss.

Växthuseffekt

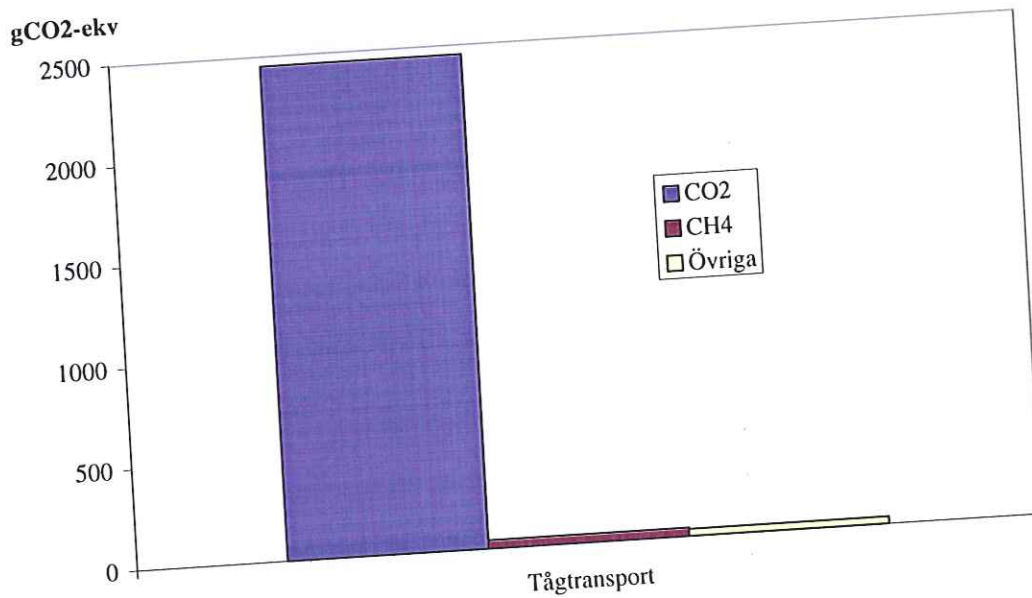


Diagram 4.20. Växthuseffekt för drift av tåg+vagnar.

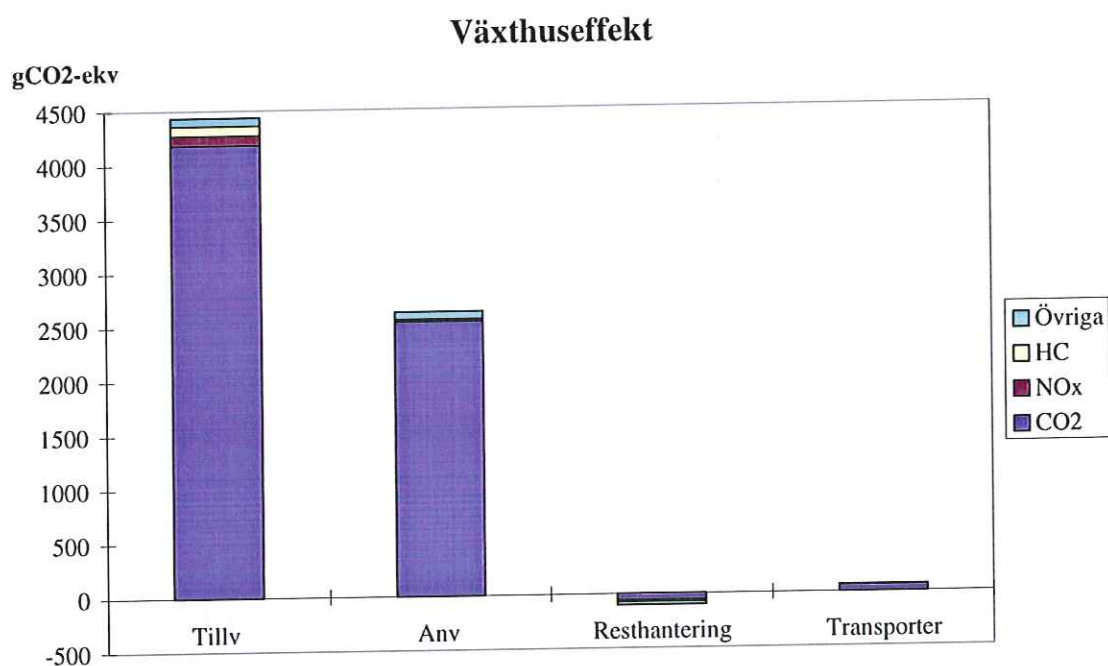


Diagram 4.21. Växthuseffekt för bildkonferens (5h).

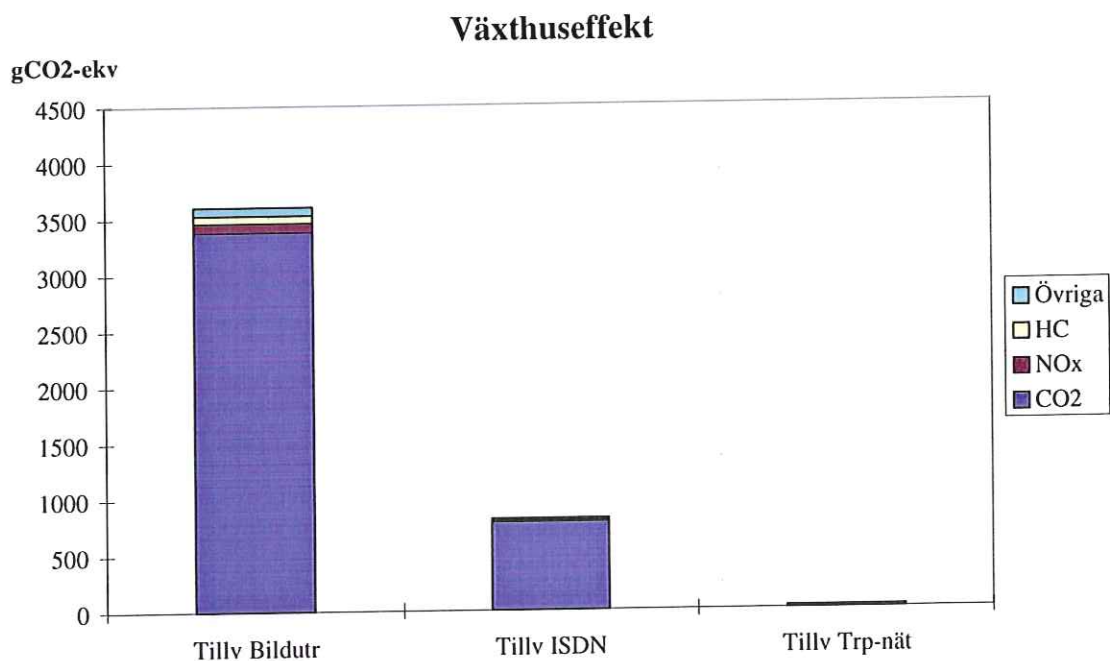


Diagram 4.22. Växthuseffekt för tillverkning av utrustning till bildkonferens (5h).

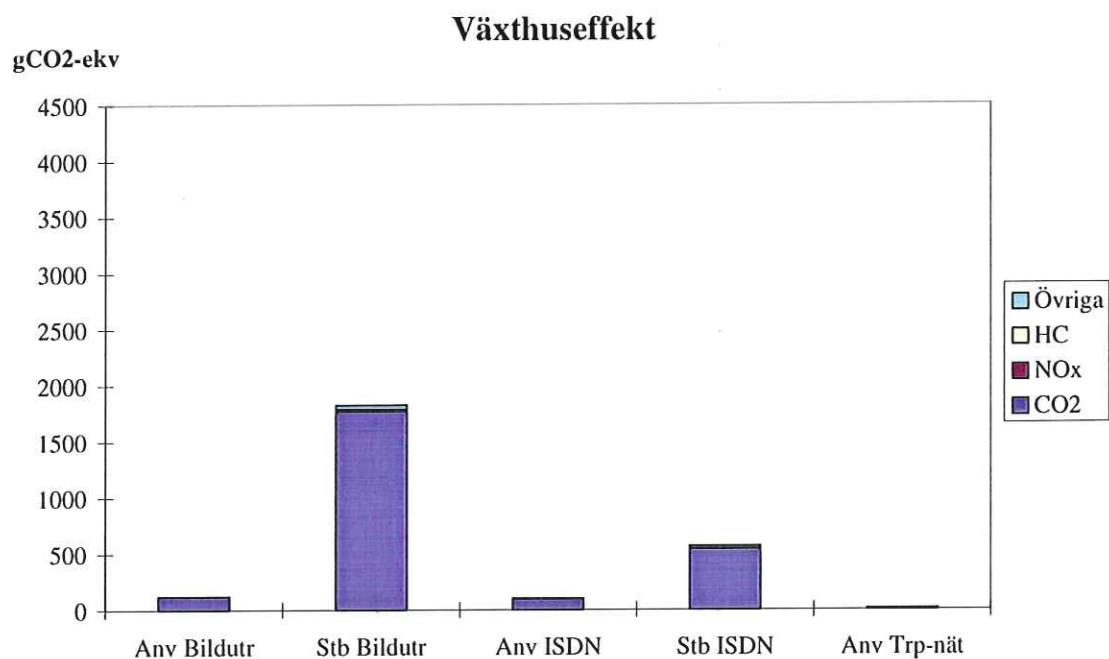


Diagram 4.23. Växthuseffekt för drift av utrustning till bildkonferens (5h).

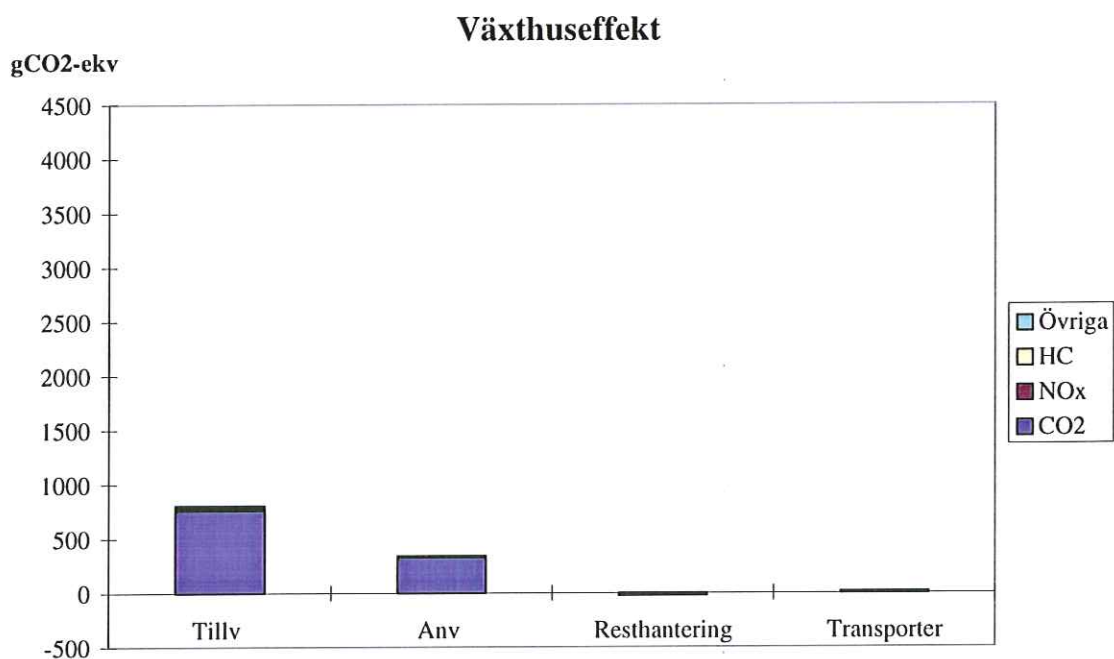


Diagram 4.24. Växthuseffekt för bildkonferens (30h).

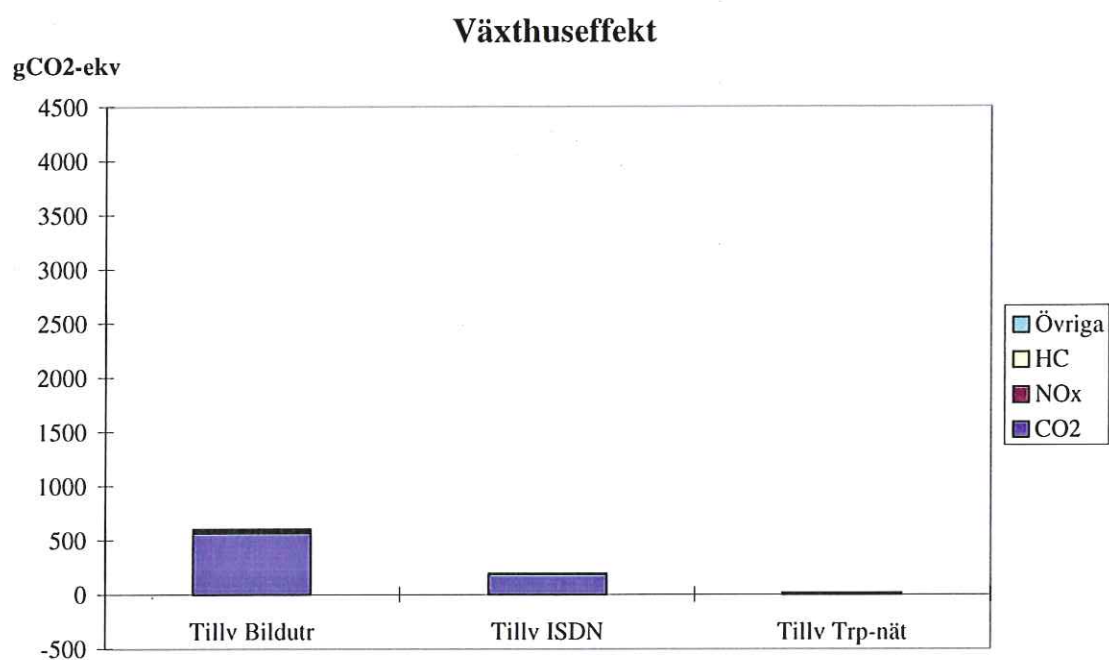


Diagram 4.25. Växthuseffekt för tillverkning av utrustning till bildkonferens (30h).

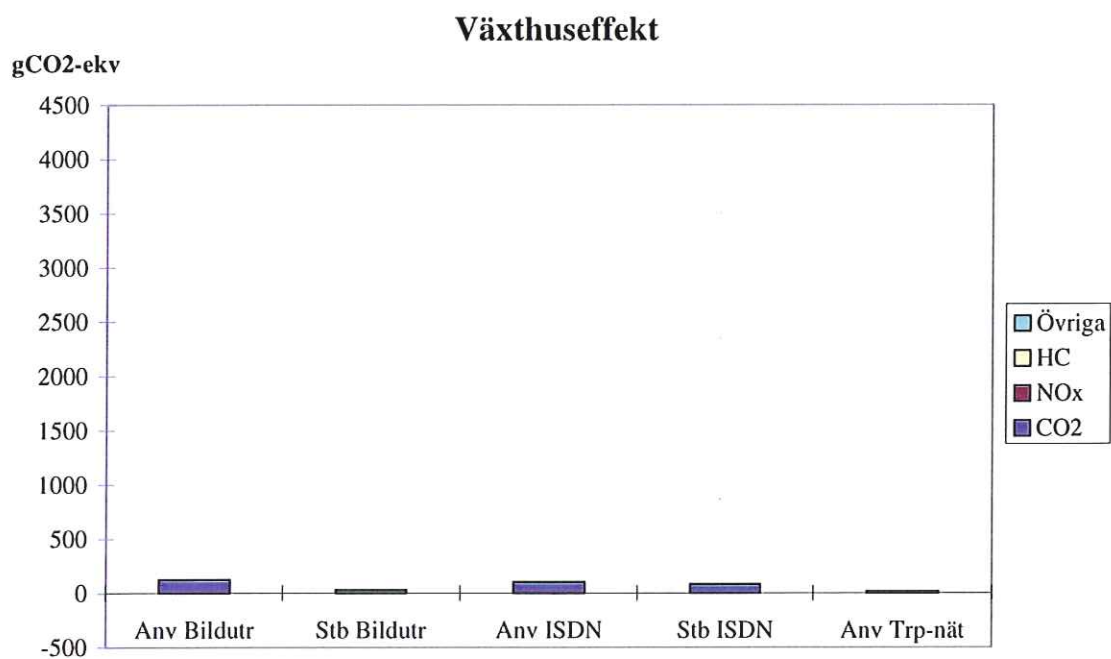


Diagram 4.26. Växthuseffekt för drift av utrustning till bildkonferens (30h).

4.3.2.4 Ozonedbrytningspotential

Uppgifter om emissioner av ozonedbrytande ämnen saknas för flyg- och tågtransporterna.

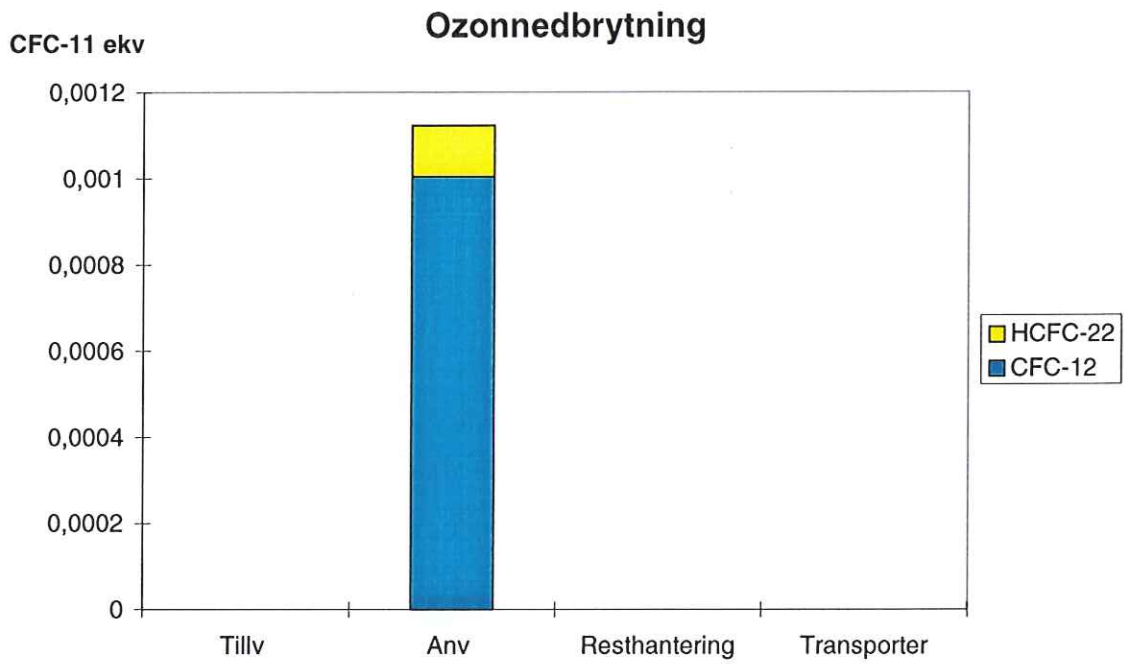


Diagram 4.27. Ozonedbrytningspotential för bildkonferens (5h).

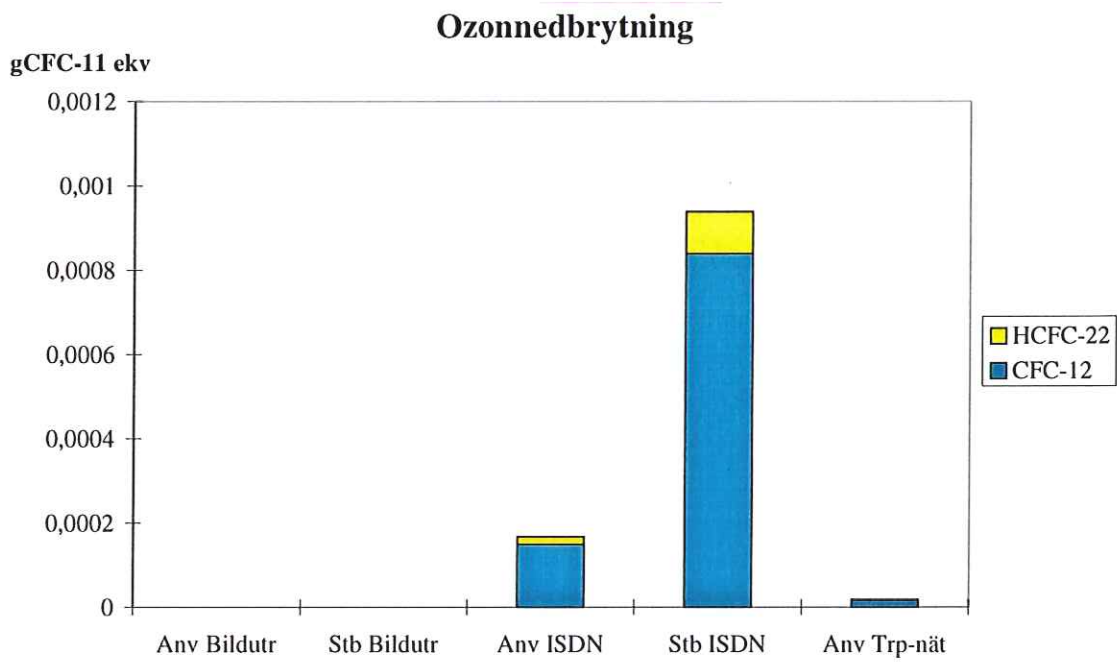


Diagram 4.28. Ozonedbrytningspotential för drift av bildkonferens (5h).

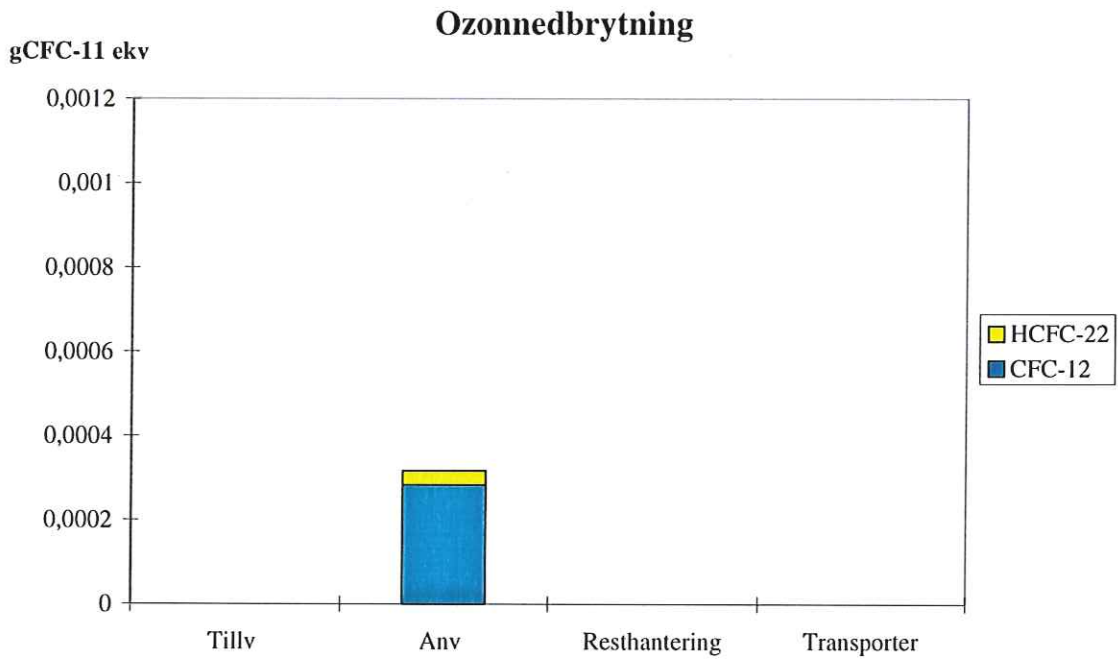


Diagram 4.29. Ozonnedbrytningspotential för bildkonferens (30h).

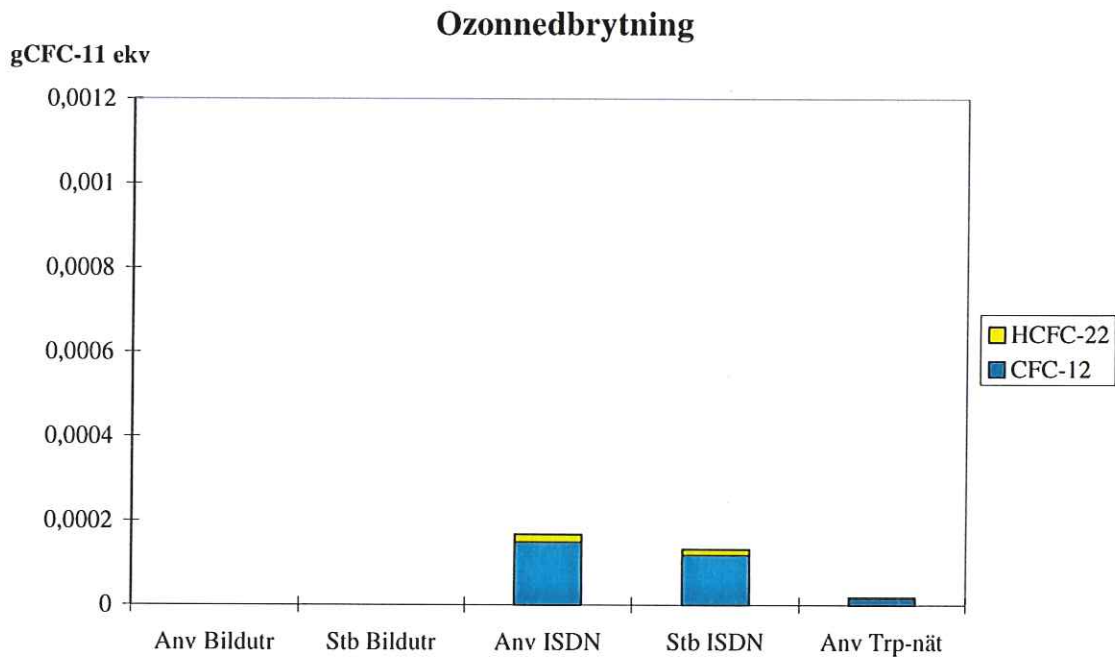


Diagram 4.30. Ozonnedbrytningspotential för drift av bildkonferens (30h).

4.3.2.5 Eutrofiering