



**TNO-rapport**

35175

**Energie- en CO<sub>2</sub>-besparing door elektronisch  
factureren**



Datum	april 2010
Auteur(s)	Paula van Hoorik, Toon van Harmelen, Marieke Head, Pieter Meulenhoff
Opdrachtgever	Ton van Riet, Ministerie van Economische Zaken, Directoraat Generaal Energie & Telecom Directie ICT & Toepassing
Projectnummer	035.33584
Rapportnummer	35175
Aantal pagina's	34 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	3

Alle rechten voorbehouden. Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.



# Inhoudsopgave

<b>English summary .....</b>	<b>4</b>
<b>Nederlandse samenvatting .....</b>	<b>6</b>
<b>1 Aanleiding en doelstelling .....</b>	<b>8</b>
<b>2 Introductie en aanpak .....</b>	<b>9</b>
<b>3 Methodiek.....</b>	<b>11</b>
3.1 4 ketens, 10 miljoen facturen per jaar .....	11
3.2 Levenscyclusanalyse.....	13
3.3 Methodische aandachtspunten .....	14
<b>4 Aannames productie, gebruik en afdanken.....</b>	<b>15</b>
4.1 Aantal facturen.....	15
4.2 Aannames voor de vier ketens .....	15
<b>5 Resultaten en gevoeligheidsanalyses .....</b>	<b>18</b>
5.1 Resultaten papieren keten en digitale keten.....	18
5.2 Resultaten voor de vier ketens .....	19
5.3 Gevoeligheidsanalyse .....	22
5.4 Extrapolatie.....	23
<b>6 Conclusies en aanbevelingen.....</b>	<b>25</b>
<b>7 Referenties .....</b>	<b>27</b>
<b>8 Bijlagen .....</b>	<b>28</b>
8.1 Analyse van de digitale e-facturatieketen .....	28
8.2 Verdere toelichting aannames papier en elektronica .....	31
8.3 Belangrijkste aannames voor gevoeligheidsanalyse .....	34

## English summary

The “e-Invoicing” project began in 2008 through an initiative from the Ministry of Economic Affairs (het ministerie van Economische Zaken – EZ). Concerned citizens wanted to know if in fact electronic invoicing uses more energy than paper invoicing. Several studies have been conducted abroad concerning the energy use of electronic invoicing. Despite a significant benefit shown for electronic invoicing in these international studies, this may not necessarily be the case for electronic invoicing in the Netherlands. The Ministry of Economic Affairs (EZ) has asked TNO to carry out a comprehensive study of both the direct and indirect effects of energy usage and CO<sub>2</sub> emissions of the transition from a situation with 100% paper invoicing to a situation with 100% e-invoicing. More specifically, this study will concentrate on Business-to-Government (B2G) invoicing using the programme Digipoort (developed by Logius) as the medium that the government will use for receiving electronic invoices.

A Life Cycle Assessment (LCA) of the product chains, ‘paper invoicing’ and ‘digital invoicing’ has been conducted, such that the energy usage (in MJ) and the greenhouse gas emissions (measured in CO<sub>2</sub> emissions equivalents) have been determined. The energy usage and greenhouse gas emission methodologies, not only include the direct emissions resulting from energy use but also the energy required to produce and handle and treat the wastes of the products (paper) and equipment (PC, trucks, etc.)

The analyses show that the paper invoicing has an energy use that is almost twice as great and a CO<sub>2</sub> emission approximately 1.5 times as great as for digital invoicing (see Figures 1 and 2). The savings from switching to digital invoicing are primarily achieved through the absence of envelopes. In the case of the complete automatic invoicing, savings are also made through savings in paper usage. These savings are barely affected by the increased use of electronics required for digital invoicing. Transport has a negligible impact on the total energy usage and CO<sub>2</sub> emission.

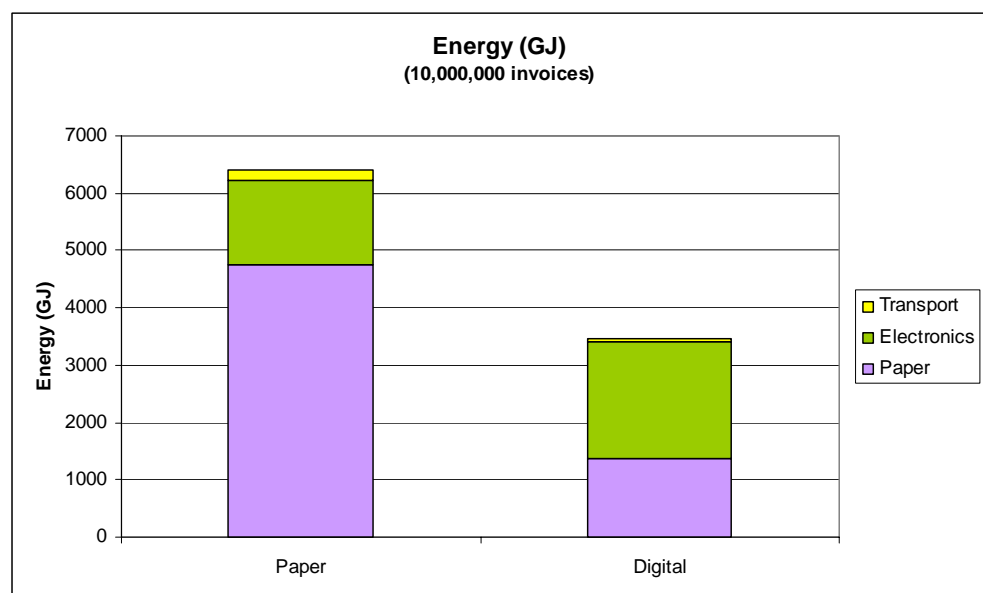


Figure 1 Energy use of paper invoicing versus digital invoicing for B2G.

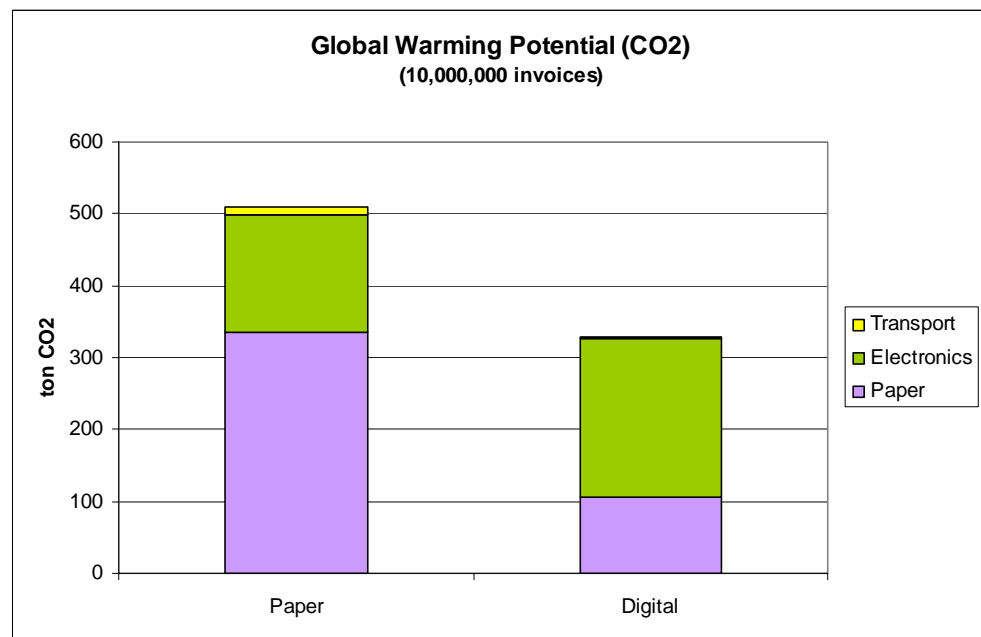


Figure 2 CO<sub>2</sub> emissions of paper invoicing versus digital invoicing, for B2G.

In practice 30% of digital invoicing incidences are done without printing and with automatic payment. In the remaining 70% of the incidences the digital invoices are printed and are paid for manually using a PC. In the latter case double bookkeeping occurs (digital and hardcopy). With more opportunities for automatic payments and digital approval processes, the energy use and CO<sub>2</sub> emissions could decrease by as much as two-thirds.

The 10 million invoices sent by businesses to the government (B2G) amount to energy savings of 3 TJ and almost 200 tonnes of CO<sub>2</sub>, which is comparable to the gas use of 55 Dutch households or the CO<sub>2</sub> emissions of 20 Dutch residents.

The relative magnitude of the results hardly changes when invoices contain 5 pages instead of 1.

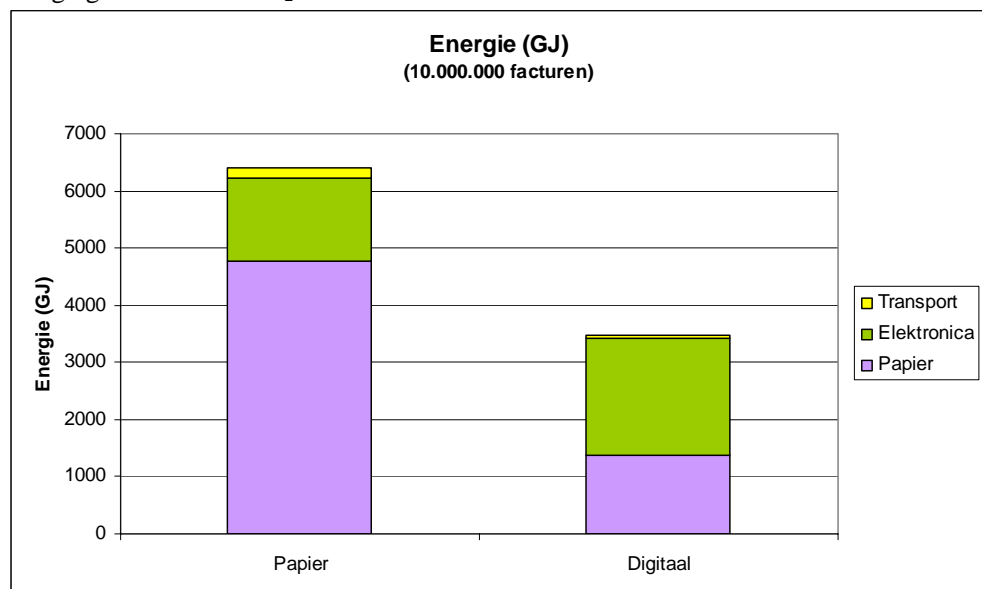
The volume of sent B2G invoices is relatively small compared to the other types, especially the invoices sent from Business to Consumer (B2C). The total annual volume of invoices sent in the Netherlands is a factor 350 greater than those sent from B2G. Assuming that transitioning to e-invoicing has similar savings for all invoicing types – a seemingly conservative assumption – switching to digital invoicing for all invoicing types would have energy savings of approximately 1 PJ and a CO<sub>2</sub> emission savings of almost 70 ktonnes. In relative terms, this would be equivalent to the gas usage of 20,000 Dutch households or the CO<sub>2</sub> emissions of 700 Dutch residents.

## Nederlandse samenvatting

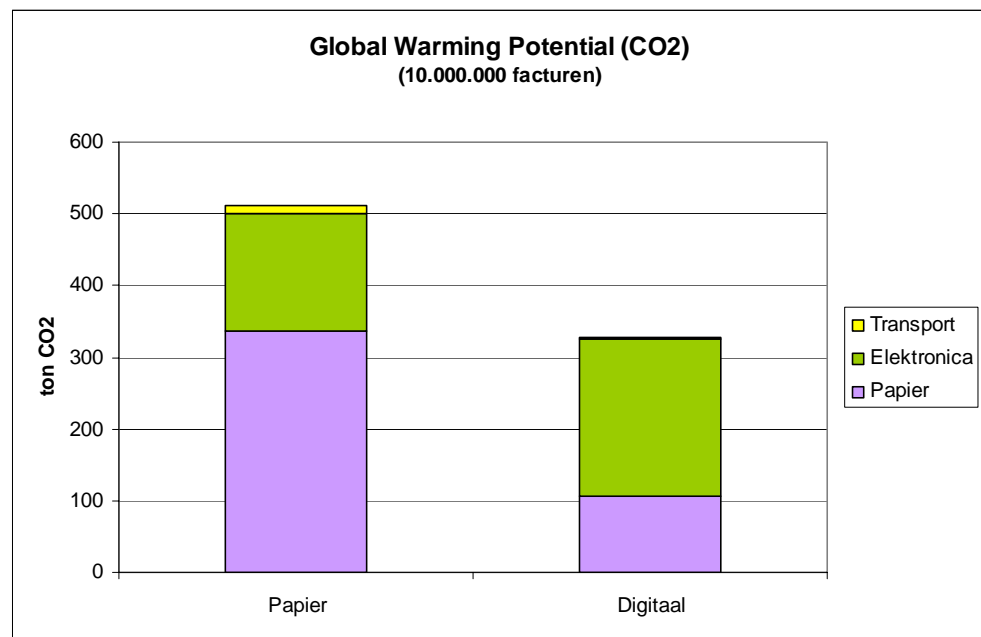
Het project “e-Factureren” is in 2008 door het ministerie van Economische Zaken (EZ) gestart met als doel de introductie van elektronische factureren (e-factureren) bij de overheid. Betrokken burgers vragen zich af of e-factureren niet meer energie gebruiken dan papieren facturen. Er zijn diverse internationale onderzoeken uitgevoerd over het energiegebruik van e-factureren. Het feit dat in andere landen een significant voordelig effect wordt gevonden voor e-factureren betekent niet automatisch dat dit ook voor Nederland het geval is. Het ministerie van Economische Zaken heeft TNO gevraagd om een onderbouwde berekening te maken van de directe en indirecte effecten op energieverbruik en CO<sub>2</sub>-uitstoot bij overgang van een keten met 100% papieren facturen naar een keten met 100% e-facturen van bedrijven aan overheden met de Digipoort van Logius als de “centrale brievenbus” van de overheid.

Van de ketens ‘factureren op papier’ en ‘digital factureren’ is een zogenaamde levenscyclusanalyse uitgevoerd waarbij het energiegebruik (in MJ) en de broeikasgasemissies (uitgedrukt in CO<sub>2</sub> equivalente emissies) zijn vastgesteld. Daarbij worden niet alleen de directe emissies als gevolg van energiegebruik meegenomen, maar ook om de energie om de benodigde producten (papier) en apparatuur (pc, auto etc) te produceren en af te danken.

Uit de analyses blijkt dat papieren facturen een bijna twee keer groter energiegebruik en een ruim anderhalf keer grotere CO<sub>2</sub>-emissie hebben dan de digitale facturen (zie figuur 1 en 2). De besparing door digitale facturering wordt in ieder geval gemaakt door de envelop en in het geval van automatisch factureren ook door papierbesparing voor de factuur. Deze besparing wordt amper aangetast door het toegenomen gebruik van elektronica bij digitaal factureren. Transport speelt geen rol van betekenis in het totale energiegebruik en de CO<sub>2</sub>-uitstoot.



Figuur 3 Energiegebruik van factureren op papier versus digitaal factureren, voor B2G



Figuur 4 CO<sub>2</sub>-emissie van factureren op papier versus digitaal factureren, voor B2G.

De digitale factureringketen bestaat voor 30% uit facturering zonder printen en met automatische betaling, maar voor 70% wordt de factuur voor het goedkeuringsproces op papier geprint en handmatig via de PC betaald. In het laatste geval wordt er dus een "dubbele boekhouding" (digitaal en op papier) gevoerd. Als er meer mogelijkheden komen voor digitaal factureren met automatisch betalen en een digitaal goedkeuringsproces dan kan het energiegebruik en de CO<sub>2</sub> emissie tot maximaal nog een factor 3 lager uitkomen.

Voor de 10 miljoen facturen die door bedrijven aan de overheid gestuurd worden (B2G) bedraagt de besparing aan energie zo'n 3 TJ en bijna 200 ton CO<sub>2</sub>, vergelijkbaar met het gasverbruik van zo'n 55 huishoudens of de CO<sub>2</sub>-uitstoot van 20 Nederlanders.

De relatieve ordegrrootte van de energie- en CO<sub>2</sub>-besparing door automatische E-facturering verandert niet echt als de factuur in plaats van 1 uit 5 A-4tjes bestaat.

De hoeveelheid gestuurde facturen in het B2G domein is relatief klein ten opzichte van de overige domeinen, vooral de facturering van bedrijven aan consumenten (B2C). Het totale volume facturen is een factor 350 hoger dan in B2G. Aangenomen dat de besparingen ongeveer gelijksoortig zijn, wat een conservatieve aanname lijkt te zijn, kan digitale facturering in alle domeinen circa 1 PJ aan energie en bijna 70 kton CO<sub>2</sub> besparen, ofwel het gasverbruik van zo'n 20.000 huishoudens of de CO<sub>2</sub>-uitstoot van 700 Nederlanders.

# 1 Aanleiding en doelstelling

Het project “e-Factureren” is in 2008 door het ministerie van Economische Zaken (EZ) gestart met als doel de introductie van elektronische factureren (e-factureren) bij de overheid. Het doel is aan het eind van het project 10% van het totaal aantal facturen binnen de overheid elektronisch te ontvangen en te verwerken. Overheid heeft in deze betrekking op de overheid in de ruime betekenis van het woord: rijk, gemeenten, waterschappen, provincies enzovoorts. Uiteindelijk is de bedoeling dat alle facturen elektronisch ontvangen en verwerkt worden.

Betrokken burgers vragen zich af of e-facturen niet meer energie gebruiken dan papieren facturen. Er zijn diverse onderzoeken uitgevoerd over het energiegebruik van e-facturen. Deze zijn qua opzet en uitkomsten verschillend van aard. Verder voert EZ beleid rond ICT & Energie. Het doel hiervan is het energiegebruik van ICT infrastructuur en –middelen te beperken en ICT in te zetten voor energiebesparing. De vraag is in hoeverre e-facturen bijdragen aan energiebesparing m.b.v. ICT.

De genoemde onderzoeken wijzen op een significant voordelig effect op het gebruik van energie en de uitstoot van CO<sub>2</sub> bij het gebruik van e-facturen. Ze stemmen redelijk overeen wat betreft het proces waarvan de effecten zijn berekend: vanaf het moment van het aanmaken van een factuur tot en met de betaling hiervan. De modellen verschillen onderling in de variabelen die worden meegenomen bij de berekening van de effecten. Bij het toekennen van waarden aan de variabelen (bijv. uit hoeveel pagina's bestaat een factuur, hoeveel transport is nodig voor het bezorgen van een factuur e.d.) spelen specifieke omstandigheden per land een rol. In Zweden zullen wellicht meer kilometers moeten worden afgelegd om post te bezorgen dan in een dicht bebouwd land als Nederland.

Het feit dat in andere landen een significant voordelig effect wordt gevonden voor e-facturen betekent niet automatisch dat dit ook voor Nederland het geval is. Het ministerie van Economische Zaken heeft TNO gevraagd om een onderbouwde berekening te maken van de directe en indirecte effecten op energieverbruik en CO<sub>2</sub>-uitstoot bij overgang van een keten met 100% papieren facturen naar een keten met 100% e-facturen van bedrijven aan overheden rekening houdend met een elektronische infrastructuur waarin de Digipoort van Logius de “centrale brievenbus” is van de overheid.



## 2 Introductie en aanpak

Het onderzoeksbureau Gartner trok nog al wat aandacht toen ze in 2007 stelden dat de hele ICT sector verantwoordelijke is voor zo'n 2% van al het energiegebruik in de wereld, vergelijkbaar met de luchtvaartsector. We zien echter ook dat het gebruik van ICT tot energie efficiency leidt. De Climate Group (2008) verwacht dat het slim inzetten van ICT op allerlei terreinen tot vermindering van energiegebruik zal leiden. Denk bijvoorbeeld aan de verschuiving van het leveren van fysieke producten naar het leveren van diensten. Dit noemen we dematerialisatie. Een voorbeeld daarvan is dat als alle informatie elektronisch beschikbaar is, we minder behoefte hebben aan printen. Als tegenargument daarvan is gebleken dat alle voorspellingen rondom het papierloze kantoor nog niet zijn uitgekomen (Kohl 2004).

Hoe zit dat nu met elektronisch factureren? Als alle 10 miljoen facturen die jaarlijks door bedrijven aan de overheid gestuurd worden niet meer afgedrukt worden, niet meer in een envelop gestopt worden en niet meer per post bezorgd worden, dan besparen we energie en daarmee CO<sub>2</sub>. Aan de andere kant, computers en systemen gebruiken ook stroom, en wat als blijkt een deel van de facturen alsnog geprint wordt bij de administratieve afhandeling?

Er zijn diverse onderzoeken uitgevoerd over het energiegebruik van e-facturen. (onder andere: 'Environmental impacts from digital solutions as an alternative to conventional paper-based solutions' (2009) van Schmidt en Kløverpris en 'Effects of a total change from paper invoicing to electronic invoicing in Sweden' (2008) van Moberg et al.) Deze zijn qua opzet en uitkomsten verschillend van aard.

Het ministerie van Economische Zaken heeft TNO gevraagd om een onderbouwde berekening te maken van de effecten op energiegebruik en CO<sub>2</sub>-uitstoot bij overgang van een keten met 100% papieren facturen naar een keten met 100% e-facturen van bedrijven aan overheden rekening houdende met een elektronische infrastructuur waarin de Digipoort van Logius de "centrale brievenbus" is van de overheid.

Dit onderzoek geeft een onderbouwde berekening van de effecten op energiegebruik en CO<sub>2</sub>-uitstoot bij overgang van een keten met 100% papieren facturen naar een keten met 100% e-facturen van bedrijven aan overheden.

Hiertoe omvat het project de volgende activiteiten:

- A1. Bronnenonderzoek
- A2. Opstellen van een rekenmodel
- A3. Vertaalslag naar de Nederlandse situatie
- A4. Onderbouwde berekening
- A5. Interpretatie en extrapolatie

### A1. Bronnenonderzoek

De gebruikte modellen en variabelen uit de literatuur worden bestudeerd. De analyse richt zich op het B2G (Business to Government) domein. Bij het bestuderen van het voorhanden materiaal zal specifiek worden gelet op:

- Aannames die impliciet of expliciet gedaan zijn (voor de impliciete aannames gaan we uit van eigen kennis en uit onderlinge vergelijking met de andere rapporten)

- De scope van de eerdere publicaties: welke onderdelen worden meegenomen, welke onderdelen niet?

#### A2. Opstellen van een rekenmodel

In deze stap wordt de scope van het (e-)facturatieproces vastgesteld en zetten we een rekenmodel op voor e-facturering in Nederland in het levenscyclusanalyse programma Simapro op basis van aannames en data uit de internationale studies:

- Er wordt een 'standaard proces' vastgesteld: welke procesonderdelen worden bij vergelijkbare studies ook onderscheiden?
- Er wordt een 'standaard scope' vastgesteld: wat wordt meegenomen en wat wordt niet meegenomen en welke kentallen horen daarbij?

#### A3. Vertaalslag naar de Nederlandse situatie

Hier wordt een vertaalslag gemaakt van de relevante modellen en variabelen naar de concrete Nederlandse situatie waarbij de twee ketens worden vergeleken voor wat betreft energieverbruik en CO<sub>2</sub> uitstoot.

- 100% van alle facturen aan de overheid wordt op papier verstuurd, versus
- 100% van alle facturen aan de overheid wordt middels Digipoort verstuurd.

Hierbij worden de resultaten stap voor stap geanalyseerd op gevoeligheid voor de aannames c.q. de landenspecifieke situatie. In volgorde van hoog belang en gemakkelijke beschikbaarheid passen we vervolgens de data aan naar de Nederlandse situatie. Denk daarbij aan transportafstanden, de Nederlandse brandstofmix, specifieke Nederlandse apparatuur en natuurlijk de wijze waarop Digipoort ingericht is voor het verwerken van e-facturen en de energiekosten die dat met zich meebrengt.

Als eerste stap is het huidige en nieuwe proces bestudeerd van het ontvangen en verwerken van facturen van het UWV. Het UWV is namelijk de eerste overheidsorganisatie die overstapt op e-factureren met Digipoort en heeft daarmee ervaringsgegevens uit de praktijk. Alle stappen in het proces zijn vervolgens verder in kaart gebracht met behulp van de uitkomsten van twee studies: Nulmeting elektronische facturen B2G (2008) dat meer inzicht geeft in de aantallen facturen en de stappen in het proces en Stopwatch onderzoek facturen (2004) dat meer inzicht geeft in de benodigde tijd voor elke stap in het proces. Voor inzicht in het Digipoort systeem en andere systemen die nodig zijn bij e-factureren is een inschatting gevraagd aan medewerkers van Logius, die het Digipoort systeem ontwikkelen.

#### A4. Onderbouwde berekening

Een onderbouwde berekening wordt gemaakt van de directe- en indirecte effecten waarbij een voor Nederland specifieke milieu en energie assessment van B2G E-factureren wordt opgeleverd.

#### A5. Interpretatie en extrapolatie

Tot slot volgt een interpretatie en extrapolatieslag van de resultaten waarbij gekeken wordt naar mogelijke omslagpunten (zijn er omslagpunten of is e-factureren altijd beter?) en in hoeverre de resultaten ook kunnen gelden in andere domeinen zoals G2B, B2B, B2C (respectievelijk Government to Business, Business to Business, Business to Consumer).

## 3 Methodiek

### 3.1 4 ketens, 10 miljoen facturen per jaar

Een zuivere vergelijking van verschillende opties kan alleen plaats vinden als de systeemgrenzen van de te vergelijken alternatieven gelijk gekozen zijn. Om mogelijke afwenteling van effecten naar buiten het systeem te voorkomen dient het systeem zo ruim mogelijk gekozen te worden. Vanwege praktische redenen verdient het echter de voorkeur het systeem zo beperkt mogelijk te houden.

Het vergelijken van het versturen van een email via de digitale snelweg en een brief met de post is een te nauwe systeemgrens, aangezien de e-factuur en de papieren factuur verschillende consequenties hebben, zowel in de keten vooraf bij het maken van de factuur als in de keten erna bij het verwerken en betalen van de factuur. Daarom zijn de systeemgrenzen hier zo gekozen dat het hele factureringsproces van het opstellen, versturen, verwerken en betalen van de factuur meegenomen wordt in de beoordeling.

Nadere bestudering van het factureringsproces bij de verschillende betrokken organisaties (overheid en bedrijfsleven) leert dat alleen het onderscheid papieren en digitale facturen niet goed de bestaande variatie in het factureringsproces afdekt. Daarom zijn voor zowel papieren en digitale factureren twee typen procesketens voor facturering onderscheiden, gebaseerd op de Nulmeting elektronische facturen B2G. (2008) en de interviews, waarbij de mate van digitalisering c.q. automatisering van het factureringsproces verschilt. Deze vier vormen van factureren vinden nu al allen in de praktijk plaats. Het betreft de volgende factureringsprocessen (met tussen haakjes het huidige aandeel in de B2G facturering):

1. Papieren facturen, met handmatige goedkeuring (78%)
2. Papieren facturen, met scannen (18,5%)
3. Digitale facturen, waarbij de factuur geprint wordt voor verwerking (2,5%)
4. Digitale facturen, met automatische verwerking (1%)

Papieren facturen en digitale facturen verschillen in de manier waarop ze worden aangeleverd en deels ook in de manier waarop ze behandeld en betaald worden. We gaan ervan uit dat het opstellen van de factuur door het bedrijf steeds op dezelfde manier gebeurt, namelijk op een pc. De afhandeling bij de overheidsorganisatie kan in de details verschillen per organisatie en per type factuur. Op hoofdlijnen zien we de volgende vier ketens:

#### 1. Factureren op papier met handmatige goedkeuring

Deze manier van factureren en afhandelen komt veruit het meest voor, 78% van de facturen wordt op deze manier afgehandeld. Na het opstellen van de factuur wordt deze geprint, in de envelop geplaatst en met de post verstuurd. Bij de afhandeling wordt de factuur handmatig goedgekeurd door het zetten van een of meerdere handtekeningen waarna de factuur betaald wordt met elektronisch bankieren. De factuur wordt tot slot gearchiveerd in een map

#### 2. Factureren op papier met scannen

Deze manier vindt bij een aantal overheidsinstanties plaats, 18,5% van de facturen gaat door dit proces. De eerste stappen in het proces zijn hetzelfde maar nu wordt bij

binnenkomst de factuur gescand. Omdat in de meeste gevallen het verwerkingsproces nog niet digitaal is, wordt een deel van de ingescande facturen geprint om vervolgens goedgekeurd te worden, we nemen hier aan dat 50% van de facturen geprint worden. Na betaling wordt de factuur bewaard in een map en elektronisch opgeslagen.

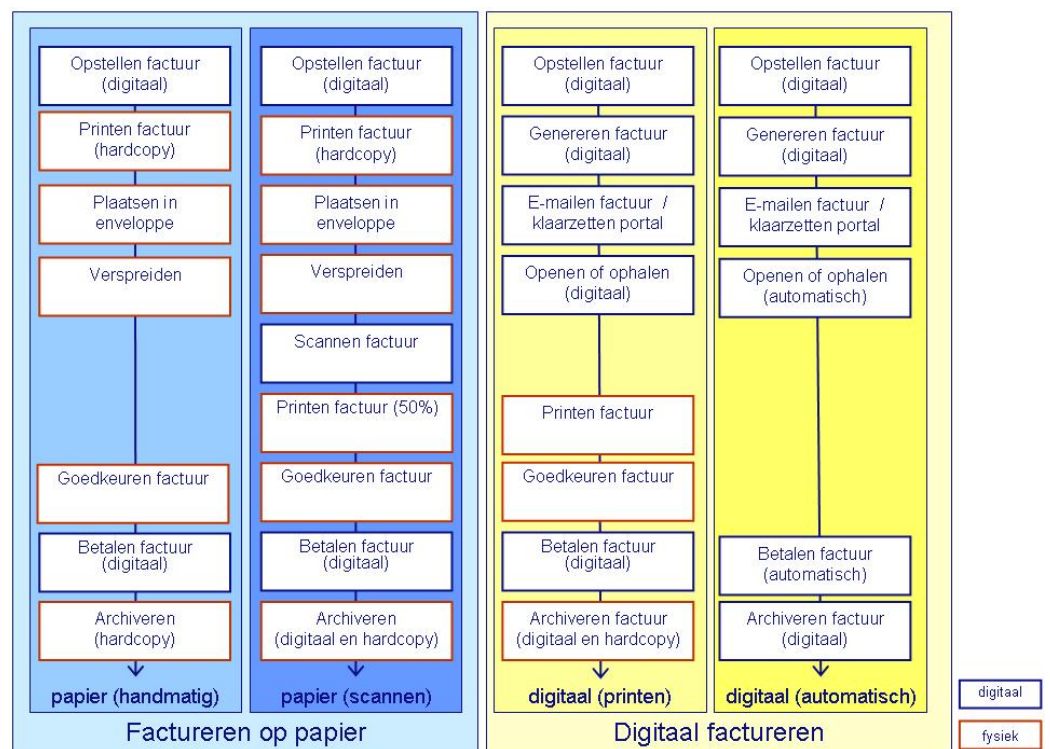
### 3. Digitaal factureren waarbij de factuur geprint wordt voor verwerking

Een klein deel van de facturen (2,5%) wordt nu al digitaal ingediend. Dit kunnen bedrijven doen door een e-mail te versturen of de factuur aan te bieden via Digipoort. Bij binnenkomst wordt de factuur geprint en gaat vervolgens het goedkeuringsproces in. Na betaling wordt de factuur bewaard in een map en elektronisch opgeslagen.

### 4. Digitaal factureren met automatische verwerking

Een zeer klein gedeelte van de facturen, namelijk 1%, wordt op dit moment elektronisch ontvangen en vervolgens automatisch verwerkt. Computersystemen matchen de factuur aan een opdracht en een geleverde dienst en vervolgens wordt de factuur betaald. De factuur wordt digitaal opgeslagen.

Figuur 1 toont de vier ketens die in deze studie zijn geanalyseerd.



Figuur 5: 4 ketens voor het verwerken van facturen

Voor de vergelijking “factureren op papier” met “digitaal factureren” wordt de huidige verdeling over de twee typen procesketens genomen. Factureren op papier vindt dus voor 81% handmatig en 19% met scannen plaats. Digitaal factureren vindt voor 71,5% plaats met printen en voor 28,5% automatisch (zie ook hoofdstuk 4.1). Dit kan in de toekomst natuurlijk veranderen. Om de impact daarvan te bekijken wordt ook naar de vier onderliggende procesketens afzonderlijk gekeken.

### 3.2 Levenscyclusanalyse

Van de verschillende factureringsprocessen willen we het energiegebruik (in MJ) en de broeikasgasemissies (uitgedrukt in CO<sub>2</sub> equivalente emissies) vaststellen. Hierbij gaat het niet alleen om de directe emissies als gevolg van energiegebruik, maar ook om de energie om de benodigde producten (papier) en apparatuur (pc, auto etc) te produceren en af te danken. Een analyse om al deze emissies en energiegebruik van een product of proces vast te stellen van 'wieg tot graf' heet een levenscyclusanalyse (LCA).

De LCA is een analysemethodiek [Guinée 2001], gericht op de kwantificering van de milieubelasting die veroorzaakt wordt door een productsysteem gedurende de levensfasen van dat systeem (productie, gebruik, afdanking). Een systeem bestaat in het algemeen uit een aaneenschakeling van verschillende deelprocessen.

Om de milieueffecten van een dergelijk samengesteld systeem te kunnen bepalen, worden niet de actuele effecten geanalyseerd, maar de potentiële effecten. Deze potentiële effecten zijn indicatoren van mogelijke milieueffecten op lokaal, regionaal en mondiaal niveau. Kortom, de LCA maakt het mogelijk om systemen integraal te analyseren. De regelen der kunst voor het maken van een kwalitatief goede LCA zijn vastgelegd in een iso-norm ( ISO 14040) [ISO 2000].

De input- en outputgegevens kunnen worden onderverdeeld in vier categorieën:

- grondstoffen
- energie(dragers)
- emissies
- finaal afval

Deze fysieke gegevens zijn dus nodig voor elk van de 4 procesketens. Algemene data van allerlei producten en processen die nodig zijn maar niet cruciaal in de analyse, zogenaamde achtergronddata, zijn beschikbaar in de levenscyclusdatabase Ecoinvent met hierin vooral Europese data (gemiddelden). In het geval van facturering betreft het vooral zaken met betrekking tot vervoer (personen- en vrachtauto's).

Ook bepaalde voorgronddata, van processen die centraal staan in de huidige analyse rond facturering, worden uit Ecoinvent onttrokken als het zaken betreft die typisch op Europese schaal spelen. Een voorbeeld hiervan is de productie van papier, dat typisch op de Europese markt verhandeld wordt. Gesteld kan worden dat papier voor Nederlandse facturen in essentie dus in Europa geproduceerd papier betreft.

Andere voorgronddata is zo specifiek voor het geval van facturering dat speciaal voor dit project data zijn verzameld. Het betreft bijvoorbeeld transportafstanden (specifiek voor de Nederlandse situatie) maar ook het elektriciteitsgebruik van ICT apparatuur (dat snel verandert in de tijd en daardoor al gauw verouderd is) en de mix van brandstoffen waarmee in Nederland elektriciteit wordt opgewekt (vooral relevant voor de CO<sub>2</sub>-emissie).

De gebruikte data en aannames worden in detail gepresenteerd in het volgende hoofdstuk. Op basis van deze input wordt met behulp van LCA softwareprogramma (Simapro) berekend wat van wieg tot graf het energiegebruik en de broeikasgasemissies zijn.

### 3.3 Methodische aandachtspunten

#### *Broeikasgasemissies*

De berekende broeikasgasemissies (CO<sub>2</sub>, maar ook N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, HFK's etc) kunnen met behulp van equivalent factoren omgerekend worden naar CO<sub>2</sub> equivalenten, zodat de broeikasimpact van de verschillende broeikasgassen vergelijkbaar is. Dit gebeurt met behulp van Global Warming Potential waarden (voor een tijdshorizon van 100 jaar) volgens de richtlijnen van het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Deze factoren zijn standaard opgenomen in de LCA methode [Guinée 2001].

De in dit rapport gepresenteerde CO<sub>2</sub> emissies betreffen in feite dus broeikasgasemissies uitgedrukt in CO<sub>2</sub> equivalenten.

Ook relevant in dit verband is dat CO<sub>2</sub>-emissies van niet-fossiele bronnen zoals biomassa op de lange termijn niet worden geacht bij te dragen aan klimaatverandering. Dit is ook het geval met papier, dat gemaakt wordt van hout. Als dit papier aan het einde van de levenscyclus vergaat of verbrandt, komt de CO<sub>2</sub> van het hout vrij in de atmosfeer. Toch verhoogt dit niet de CO<sub>2</sub> concentraties omdat het hout ontstaan is door groei van bomen waarbij een gelijke hoeveelheid CO<sub>2</sub> uit de atmosfeer is opgenomen.

Kortom: de CO<sub>2</sub>-emissies (en de energieinhoud) van het papier zelf worden buiten beschouwing gelaten voor de berekening van de CO<sub>2</sub>-emissies en het energiegebruik van factureren. De benodigde energie en emissies voor de productie, het transport, het gebruik en de afdanking van het papier tellen vanzelfsprekend wel mee.

#### *Afdanking*

Aan het eind van de levensduur van een product vindt afdanking plaats. Dit vindt plaats in verschillende vormen, te weten storten, verbranden of hergebruik. Enerzijds kost dit energie maar soms levert het ook energie op (methaangas van de stortplaats of elektriciteit en warmte van afvalverbranding). Daarnaast kan er ook hergebruik plaatsvinden, bijv. met papier is dit aan de orde. Dit hergebruik kost energie maar levert anderzijds een grondstofbesparing en een energiebesparing in het productieproces op. Op deze manier kan hergebruik dus een energie- en bijbehorende CO<sub>2</sub>-bonus opleveren.

#### *Allocatie*

Bepaalde processen of producten worden maar voor een deel gebruikt voor het factureringproces, denk bijvoorbeeld aan auto's voor papier- of posttransport, maar ook servers voor het oversturen van een email. In deze gevallen wordt allocatie van de effecten aan facturering toegepast op basis van het deel van de functionele eenheid (tijd, tonkilometer, elektriciteitsproductie etc.) dat gebruik gemaakt wordt van het betreffende product of proces.

## 4 Aannames productie, gebruik en afdanken

### 4.1 Aantal facturen

Per jaar worden er zo'n 10 miljoen facturen door bedrijven aan overheden gestuurd. Meer precies gaat het om 10,4 miljoen facturen waarvan 385.000 facturen elektronisch gestuurd worden<sup>1</sup>. Tabel 1 laat zien welk percentage van de facturen via welke keten verwerkt wordt.

Tabel 1 – Percentage facturen voor elke keten uitgedrukt als percentage van het totaal of van de papieren of digitale keten.

	Percentage van totaal	Percentage van papier of digitaal
papier (handmatig)	78 %	81%
papier (scannen)	18,5 %	19%
<i>Totaal papier</i>		<i>100%</i>
digitaal (printen)	2,5 %	71,5%
digitaal (geautomatiseerd)	1 %	28,5%
<i>Totaal digitaal</i>		<i>100%</i>
<b>Totaal facturen B2G</b>	<b>100%</b>	

### 4.2 Aannames voor de vier ketens

De vier factureringketens zijn in het vorige hoofdstuk expliciet in processtappen gedefinieerd. Om het energiegebruik en de CO<sub>2</sub>-emissie te kunnen berekenen, dienen deze processtappen vertaald te worden in meetbare eenheden van fysieke producten en technologieën, zoals verbruik van papier en gebruik van pc, printer, netwerk en transport met behulp van vrachtauto's.

In de ketens wordt in meer of mindere mate gebruik gemaakt van papier, elektronica en transport. Elk van deze elementen is weer onder te verdelen, bijvoorbeeld bij papier gaat het om de factuur zelf maar ook om de envelop. Elektronica bestaat uit computers, maar ook uit servers en netwerken. Al deze elementen bepalen uiteindelijk hoeveel energie er gebruikt wordt in elke keten en hoeveel CO<sub>2</sub> daarbij vrijkomt. Daarom moet

<sup>1</sup> Nulmeting elektronische facturen B2G. (2008) EIM

voor elk van deze elementen expliciet geschat worden hoeveel gewicht aan materiaal ze bevatten (factuur), hoeveel minuten ze gebruikt worden (elektronica) en hoeveel tonkilometer ze gebruikt worden (factuur \* gewicht \* transportafstand). Tabel 2 geeft een overzicht van de aannames voor elk van de elementen in elke keten.

Tabel 2 – Overzicht van aannames over papier, elektronica en transport.

	Item	Unit	Papier		Digitaal		
			(hand)	(scan)	(print)	(auto)	
<b>Papier</b>	<b>Factuur</b>						
	A4	stuk	2	2,5	2	0	
	Enveloppe						
	C5 enveloppe	stuk	1	1	0	0	
<b>Elektronica</b>	<b>Opstellen factuur</b>						
	PC	min	2,12	2,12	2,12	2,12	
	<b>Generen factuur</b>						
	ontwikkeling Digipoort	stuk	0	0	1	1	
	computer server	factuur	0	0	1	1	
	PC	min	0	0	0,08	0,08	
	printer (70%)	min	0,26	0,26	0	0	
	drukkerij (30%)	min	0,11	0,11	0	0	
	<b>Emailen factuur</b>						
	PC	min	0	0	0,08	0,08	
	computer server	factuur	0	0	1	1	
	Netwerk	factuur	0	0	1	1	
	<b>Openen of ophalen</b>						
	computer server	factuur	0	0	1	1	
	PC	min	0	0	1,24	0	
	<b>Betalen factuur</b>						
	computer server	factuur	1	1	1	1	
	PC	min	0,28	0,28	0,28	0	
	<b>Archiveren factuur</b>						
	computer server	factuur	0	1	1	1	
	PC	min	0	0,58	0,33	0	
	Printer	factuur	1	1,5	2	0	
	Scanner	factuur	0	1	0	0	
	<b>Transport</b>	<b>300 km transport papier(pulp) van opslag naar winkel</b>					
		A4, vrachtwagen (>32t)	A4	2	2,5	2	0
		enveloppe, vrachtwagen (>32t)	env	1	1	0	0
<b>50 km transport papier van winkel naar bedrijf</b>							
A4, vrachtwagen (>32t)		A4	2	2,5	2	0	
enveloppe, vrachtwagen (>32t)		env	1	1	0	0	
<b>100 km transport facturen (post)</b>							
A4, vrachtwagen (>32t)		A4	1	1	0	0	
enveloppe, vrachtwagen (>32t)		env	1	1	0	0	
<b>30 km transport papier naar recycling (72%), AVI (26%) of stort (2%)</b>							
A4, vrachtwagen (>32t)		A4	2	2,5	2	0	
enveloppe, vrachtwagen (>32t)		env	1	1	0	0	



Te zien is dat een factuur van 1 A-4 door het oplegvel voor goedkeurende parafen resulteert in 2 A-4 papiergebruik. Het papiergebruik voor de factuur en oplegvel wordt alleen in de volledig geautomatiseerde digitale keten vermeden. In de papieren keten met scannen wordt de helft van de scan's nog eens uitgeprint, resulterend in een half A-4 extra. Alleen in de papieren factureringketens worden enveloppen gebruikt, wat tot een consequent verschil leidt tussen de papieren en digitale factureringketens.

Het opstellen van de factuur gebeurt in alle ketens op dezelfde manier met de PC. In de digitale factureringketen wordt de factuur ge-emaild met de PC met gebruikmaking van Digipoort en een server. In de papieren factureringketen wordt de factuur geprint of gedrukt in een printstraat via een drukkerij (30%).

Bij de digitale facturering wordt de factuur geopend op de PC (niet in de automatische variant). Vervolgens wordt in alle gevallen de factuur betaald via de PC (behalve weer in de automatische variant) en met gebruikmaking van een server.

Het archiveren vindt plaats op papier en/of digitaal op een server. Papier handmatige facturering archiveert alleen op papier, digitaal automatische facturering alleen digitaal (gebruik van de server). Papieren facturering met scannen en digitale facturering met print archiveert zowel op papier als op de server. In de papieren variant met scannen is er extra PC tijd gerekend voor het scannen van de factuur. In de digitale facturering met print wordt de factuur 2 keer geprint, omdat de factuur wordt uitgeprint en een goedkeuringsbladzijde moet uitgeprint worden.

Voor opslag van papieren facturen is het ruimtegebruik en bijbehorende energiegebruik voor ruimteverwarming verwaarloosbaar.

Transport betreft het internationale transport van papier(pulp) van opslag naar winkel en het nationale van winkel naar bedrijf, evenals het nationale posttransport van een envelop met factuur. Ook het lokale vervoer van afgedankt papier naar de recyclingcentrale, afvalverbrandingcentrale (AVI) of stort wordt meegenomen.

De tijden voor elektronicegebruik zijn gebaseerd op Stopwatch onderzoek facturen [Vendrig 2008]. De vervoersafstanden zijn geschat.

Verdere aannames over papier en elektronica staan in de bijlage.

## 5 Resultaten en gevoeligheidsanalyses

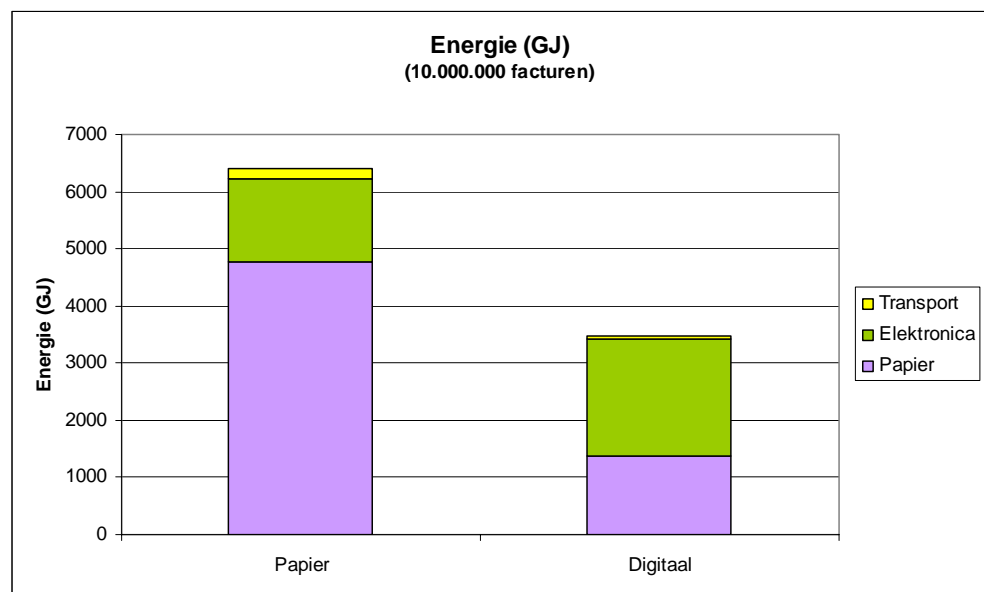
### 5.1 Resultaten papieren keten en digitale keten

Het doel van dit onderzoek is om het factureren van bedrijven aan de overheid (B2G) op papier te vergelijken met digitaal factureren via Digipoort. Als eerste kijken we naar het resultaat op hoofdlijnen waarbij we 10.000.000 facturen op papier vergelijken met 10.000.000 digitaal verstuurde facturen.

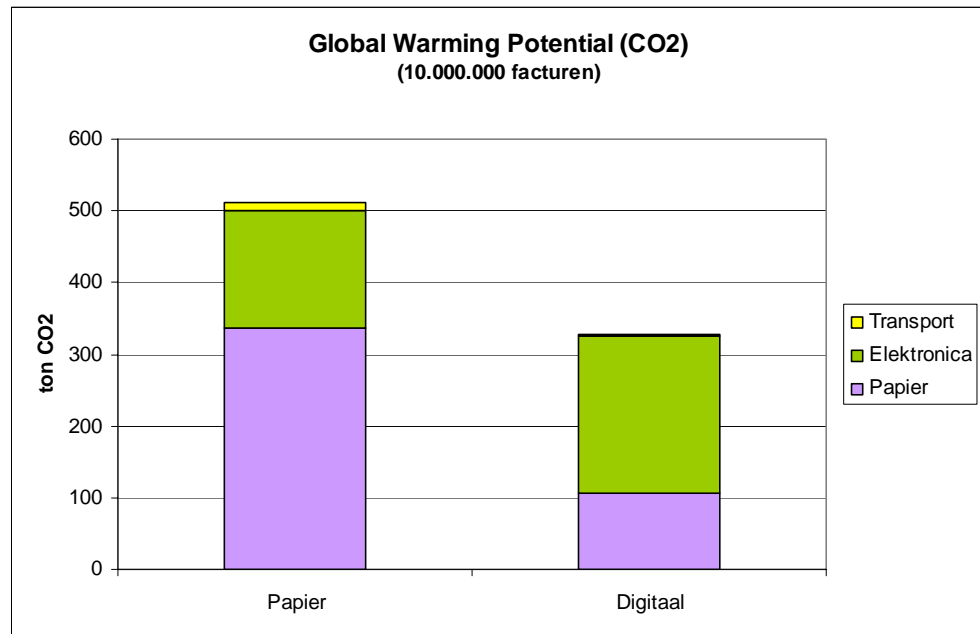
Zoals te zien is in Figuur 6 en Figuur 7, hebben papieren facturen een bijna twee keer groter energiegebruik en een ruim anderhalf keer grotere CO<sub>2</sub>-emissie dan de digitale facturen. Bij deze berekening is het gewogen gemiddelde van de twee papieren ketens genomen en het gewogen gemiddelde van de twee digitale ketens. Digitale facturering kan B2G jaarlijks zo'n 3000 GJ aan energie besparen en bijna 200 ton CO<sub>2</sub>, ofwel het jaarlijks gasverbruik van zo'n 55 huishoudens en de CO<sub>2</sub> uitstoot van 20 Nederlanders. De waarde van de energie (geprijsd met de gasprijs) is circa €50.000,-, die van de CO<sub>2</sub> zo'n €5.000,-.

Het energiegebruik en de CO<sub>2</sub> emissie van papier is doorslaggevend. Elektronica veroorzaakt ook energiegebruik en CO<sub>2</sub> emissie, maar minder per factuur. De toename in energieverbruik als gevolg van verdere digitalisering is kleiner dan de afname als gevolg van uitgespaard papier. Dit is iets minder sterk het geval voor CO<sub>2</sub> (broeikasgassen) dan voor energie omdat de CO<sub>2</sub> intensiteit van elektronica hoger is dan voor papier.

Transport speelt een zeer kleine rol bij de papieren facturen en is bij digitale facturen te verwaarlozen.



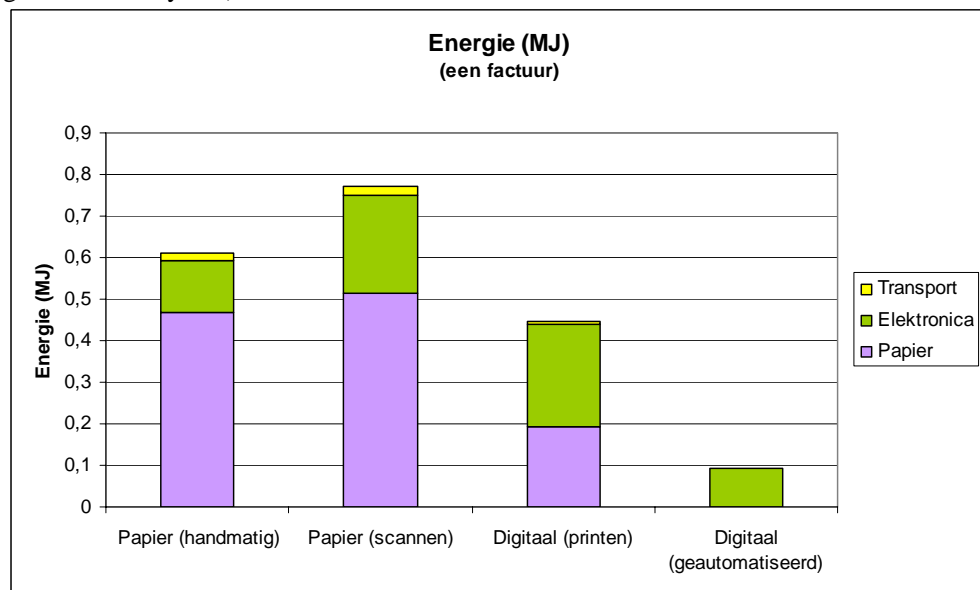
Figuur 6 – Energiegebruik van factureren op papier versus digitaal factureren, voor B2G.



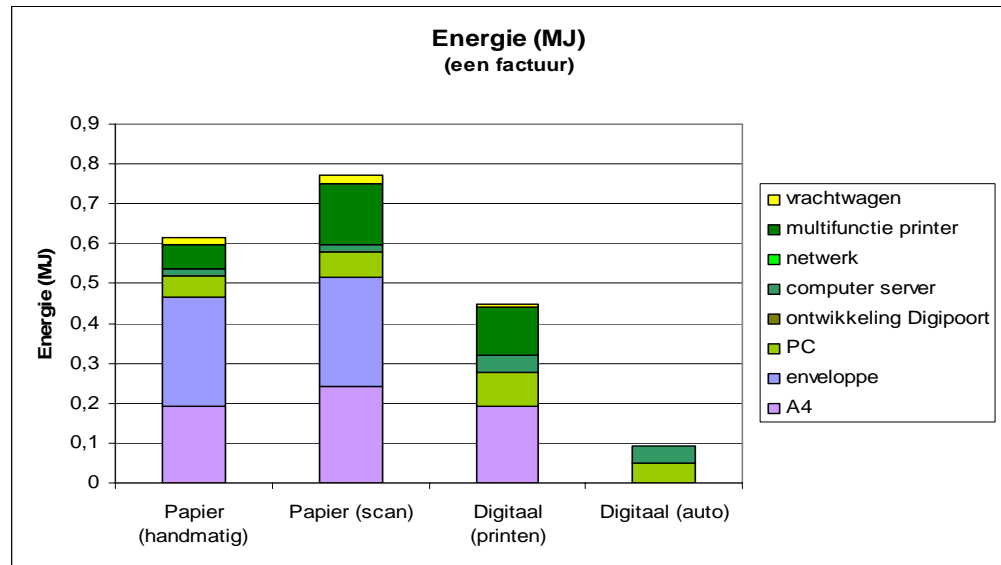
Figuur 7 – CO<sub>2</sub>-emissie van factureren op papier versus digitaal factureren, voor B2G.

## 5.2 Resultaten voor de vier ketens

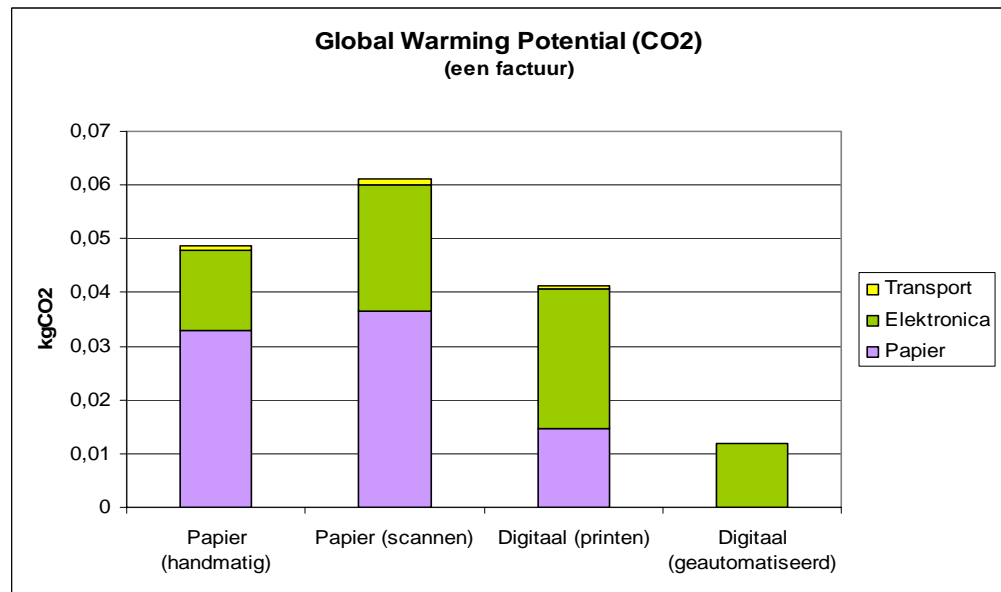
Als we nu naar de vier ketens kijken uit hoofdstuk 5, die beschrijven hoe facturen in de praktijk verwerkt worden, dan zien we de verschillen in meer detail. Deze resultaten zijn te vinden in Figuur 8 tot en met Figuur 11. Deze geven de cijfers voor energiegebruik en CO<sub>2</sub> weer voor steeds één factuur. Daarbij laten figuur 5 en 7 concreet zien welke elementen in verhouding veel of weinig energie gebruiken (over de gehele levenscyclus).



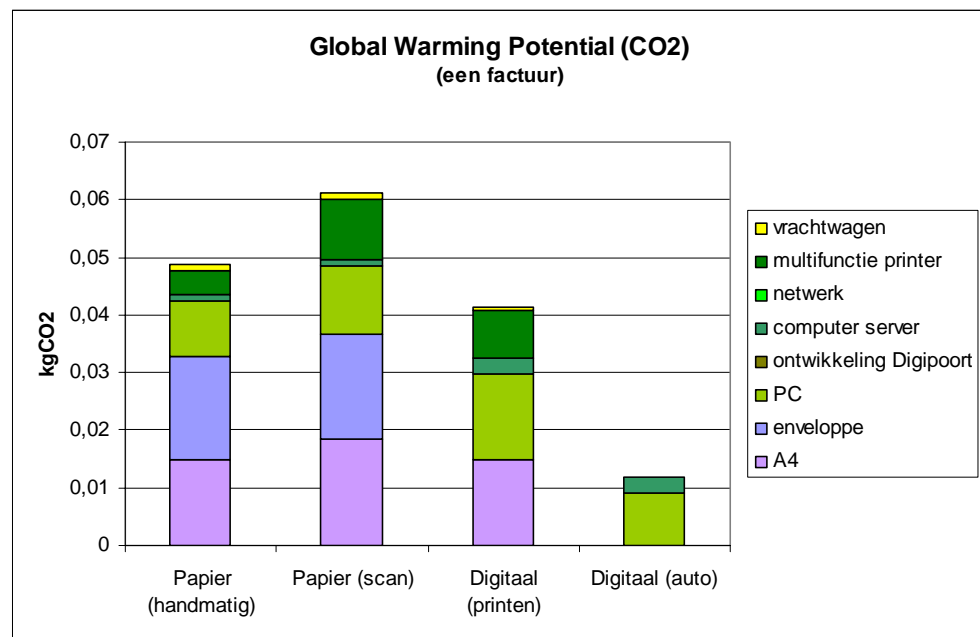
Figuur 8 – Energiegebruik van de vier factureringketens per verbruikscategorie.



Figuur 9 – Energiegebruik van de vier factureringsketens per gedetailleerde verbruikscategorie. De paars gekleurde balken zijn papier, de groene elektronica en de gele transport.



Figuur 10 – CO<sub>2</sub>-emissie van de vier factureringsketens per verbruikscategorie.



Figuur 11 – CO<sub>2</sub>-emissie van de vier factureringsketens per gedetailleerde verbruikscategorie. De paars gekleurde balken zijn papier, de groene elektronica en de gele transport.

Bij de papieren ketens speelt het papier de grootste rol. Het onderscheid met de digitale facturering wordt in ieder geval gemaakt door de envelop (geproduceerd met papierverlies, lijm en venster) en in het geval van automatisch factureren ook door papierbesparing voor de factuur.

Bij de digitale ketens speelt het verbruik van elektronica de grootste rol, ondanks de printstap bij de keten digitaal (printen). Voor alle ketens geldt dat de grootste effecten voor wat betreft elektronica enerzijds het gebruik van PC's is en anderzijds het gebruik van de printers. Servers en het netwerk hebben minder invloed. Wederom zijn de effecten van de digitale keten op CO<sub>2</sub> in verhouding groter dan de effecten voor wat betreft energiegebruik. Dit komt doordat de CO<sub>2</sub> intensiteit van elektronica groter is dan die van papier.

De papieren keten met scannen heeft het hoogste energiegebruik en de hoogste CO<sub>2</sub>-emissie. Deels is dit veroorzaakt doordat in de helft van de gevallen de gescande factuur weer wordt uitgeprint (gemiddeld dus een halve A4 papier extra) maar het verschil wordt vooral veroorzaakt door het scannen zelf, dat op een kopieerapparaat op kantoren 1,4 minuten duurt.

In feite voert de factureringsketen papier plus scannen de digitale en papieren facturering "dubbel" uit op een inefficiënte manier. De factureringsketen digitaal met printen voert ook een dubbele boekhouding maar doet dit efficiënter. Als er meer mogelijkheden komen voor digitaal factureren met automatisch betalen en voor een digitaal goedkeuringsproces dan kan het energiegebruik en de CO<sub>2</sub> emissie tot maximaal nog een factor 3 lager uitkomen.

Dit zijn de getallen die we in de eerder genoemde literatuur terugzien. De besparing kan dan maximaal bijna verdubbelen ten opzichte van de cijfers in dit rapport. Echter, in de

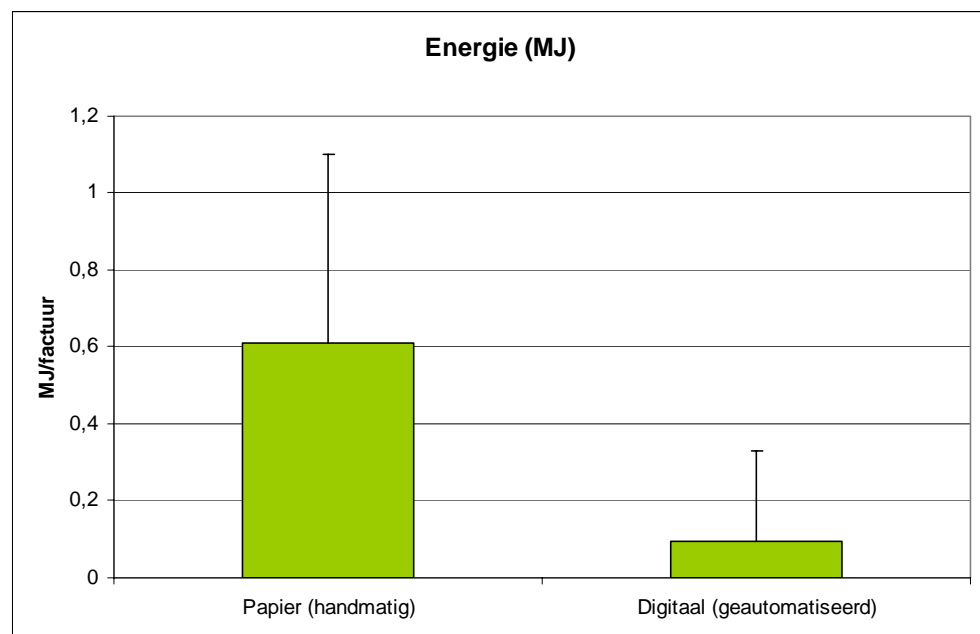
praktijk zien we nu nog niet dat papier helemaal uit alle factureringsketen verbannen kan worden.

### 5.3 Gevoeligheidsanalyse

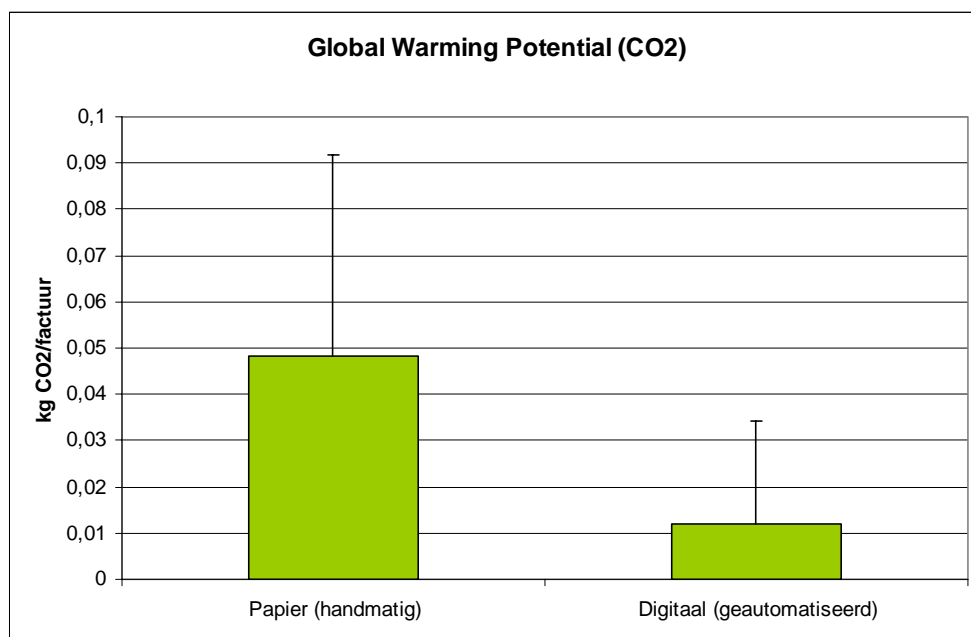
De bovenstaande resultaten zijn natuurlijk afhankelijk van de aannames die gedaan zijn. Om te zien hoe robuust de resultaten zijn, is voor een aantal aannames gekeken hoe gevoelig de resultaten zijn voor variaties in die aanname. Na het controleren van de variaties die in de onderliggende data bestaan, bleek dat het aantal pagina's dat een factuur beslaat, grote invloed heeft op de resultaten. Naast de bovenstaande resultaten waarin gerekend is met facturen van 1 pagina, is daarom ook een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd met facturen van 5 pagina's.

Om het effect te bepalen van een verandering van het aantal bladzijden, zijn de bovenstaande resultaten gelegd naast de uitkomsten van analyses met facturen met 5 pagina's. Hierbij zijn de papieren keten (handmatig) genomen, want dit is de keten die op dit moment het meest voorkomt en de digitale keten (automatisch) die het meest ideale scenario vertegenwoordigt. Behalve de toevoeging van 5 extra pagina's voor de papieren ketens en een groter bestand voor de digitale ketens, zijn een aantal andere aannames ten opzichte van de basis scenario ook veranderd. De details daarvan zijn te vinden in de bijlage (paragraaf 8.3).

In Figuur 12 en Figuur 13 staan de vergelijkingen voor facturen met 1 pagina en facturen met 5 pagina's. De zogenaamde foutbalken geven het verschil aan van de factuur met 5 pagina's ten opzichte van de factuur met 1 pagina.



Figuur 12 – Gevoeligheidsanalyse: 5 bladzijde facturen in plaats van 1 bladzijde facturen – Energie (MJ)



Figuur 13 – Gevoeligheidsanalyse: 5 bladzijde facturen in plaats van 1 bladzijde facturen – Energie (MJ)

Het verschil tussen de digitale (automatisch) en de papieren (handmatig) variant is, misschien tegen de eerste verwachting in, kleiner voor een factuur van 5 pagina's dan voor een factuur van 1 pagina. De meeste digitale processen (behalve het PC-gebruik voor het opstellen en e-mailen van de factuur) verviervoudigen, resulterend in de digitale variant in een verdrievoudiging van de CO<sub>2</sub>-emissie en iets meer van het energiegebruik. Voor de papieren variant geldt dat de hoeveelheid benodigd A-4 papier niet verviervoudigt maar verdrievoudigt (factuur plus oplegvel verandert van 2 naar 6), terwijl in beide varianten één en dezelfde enveloppe nodig is. Hierdoor wordt de hoeveelheid CO<sub>2</sub> en energie "slechts" ruim verdubbeld door de vijf keer grotere factuur. De ordegrrootte van de energie- en CO<sub>2</sub>-besparing door automatische E-facturering verandert echter niet echt als de factuur in plaats van 1 uit 5 A-4tjes bestaat: de energiebesparing door digitaal (automatisch) daalt van 85% naar 76%, de CO<sub>2</sub> reductie van 76% naar 70%.

#### 5.4 Extrapolatie

Bij de berekeningen in dit onderzoek gaat het om het aantal facturen van 10 miljoen facturen die bedrijven jaarlijks aan de overheid sturen (B2G).

De vraag is in hoeverre de resultaten van dat domein mogen worden geëxtrapoleerd naar andere domeinen (B2B, G2B, B2C en G2C). Het is aannemelijk te veronderstellen dat de andere partijen dan overheden (bedrijven en zeker consumenten) over het algemeen een eenvoudiger factureringsproces zullen hanteren. Hiermee zal de berekende besparing door digitale facturering (als combinatie van de twee factureringketens met printen en geautomatiseerd) waarschijnlijk een onderschatting zijn, omdat het energieverbruik van de betrokken ICT kleiner is. Als we deze toch als uitgangspunt nemen en als we een zelfde mate van digitalisering veronderstellen in deze andere ketens als in de B2C ketens, dan kan de besparing door het grotere volume aan facturen in B2B en met name B2C, een factor 350 hoger worden.

Digitale facturering in alle domeinen kan dan zo'n 1 PJ aan energie besparen en bijna 70 kton CO<sub>2</sub>, ofwel het gasverbruik van zo'n 20.000 huishoudens of de CO<sub>2</sub> uitstoot van 700 Nederlanders.

Tabel 3: factuurvolumes voor de verschillende ketens (bron: factuurwijzer.nl)

<b>Volumes Nederland</b>	<b>2010</b>
<b>Factuurvolumes (papier en elektronisch)*</b>	
B2G	10,4 mln
B2B	800 mln
B2C	3 mld
<b>Factuurvolumes (elektronisch)</b>	
B2B**	25
B2C***	17
* aantal exemplaren	
** percentage van het aantal bedrijven dat wel eens elektronisch factureert	
*** percentage van het aantal consumenten dat wel eens een rekening digitaal ontvangt	



## 6 Conclusies en aanbevelingen

Papieren facturen hebben een bijna twee keer groter energiegebruik en een ruim anderhalf keer grotere CO<sub>2</sub>-emissie dan de digitale facturen.

De besparing door digitale facturering wordt in ieder geval gemaakt door de envelop (geproduceerd met papierverlies, lijm en venster) en in het geval van automatisch factureren ook door papierbesparing voor de factuur. Deze besparing wordt amper aangetast door het toegenomen gebruik van elektronica bij digitaal factureren. Transport speelt geen rol van betekenis in het totale energiegebruik en de CO<sub>2</sub>-uitstoot.

Voor de 10 miljoen facturen die door bedrijven aan de overheid gestuurd worden (B2G) bedraagt de besparing aan energie zo'n 3 TJ en bijna 200 ton CO<sub>2</sub>, vergelijkbaar met het gasverbruik van zo'n 55 huishoudens en de CO<sub>2</sub>-uitstoot van 20 Nederlanders.

De ordegrrootte van de energie- en CO<sub>2</sub>-besparing door automatische E-facturering verandert niet echt als de factuur in plaats van 1 uit 5 A-4tjes bestaat: de energiebesparing door digitaal (automatisch) daalt van 85% naar 76%, de CO<sub>2</sub> reductie van 76% naar 70%.

De hoeveelheid gestuurde facturen in het B2G domein is relatief klein ten opzichte van de overige domeinen, vooral de facturering van bedrijven aan consumenten (B2C). Het totale volume facturen is een factor 350 hoger dan in B2G. Aangenomen dat de besparingen ongeveer gelijksoortig zijn, wat een conservatieve aanname lijkt te zijn, kan digitale facturering in alle domeinen circa 1 PJ aan energie en bijna 70 kton CO<sub>2</sub> besparen, ofwel het gasverbruik van zo'n 20.000 huishoudens en de CO<sub>2</sub>-uitstoot van 700 Nederlanders.

Momenteel wordt de facturering op papier met handmatige verwerking nog steeds het meest uitgevoerd (78%), met factureren op papier plus scannen als tweede (18,5%). In feite voert de facturering op papier plus scannen de digitale en papieren facturering "dubbel" uit op een inefficiënte manier. Aan de andere kant kan hij gezien worden als een eerste stap naar de digitale verwerking van facturen. De facturering op papier plus scannen voert ook een dubbele boekhouding maar doet dit efficiënter. Als er meer mogelijkheden komen voor digitaal factureren met automatisch betalen kan het energiegebruik en de CO<sub>2</sub> emissie tot maximaal nog een factor 3 lager uitkomen. De besparing is dan maximaal bijna verdubbeld.

Daar waar facturen niet automatisch verwerkt (kunnen) worden maar een goedkeuringsproces moeten doorlopen, is het daarom vanuit het oogpunt van energie- en CO<sub>2</sub>-besparing aan te bevelen om dat goedkeuringsproces te digitaliseren (en hiermee papier uit te bannen), om een groot deel van de extra energie- en CO<sub>2</sub>-besparing te realiseren.

De grotere besparingspercentages die doorgaans in nationale en internationale studies aan e-facturering worden toegekend zijn te verklaren uit het in die studies hanteren van nauwere systeemgrenzen (bijv. alleen papier versus e-mail) en het extreem optimistisch inschatten van het uitbannen van papier bij e-facturering. In de praktijk zien we dat het volledig uitbannen van papier in het verwerkingsproces op korte termijn nog niet gebeuren.

In dit onderzoek is niet gekeken naar indirecte en systeemeffecten. Wat zou het effect zijn van het verdwijnen van papieren facturen op de medewerkers van postbedrijven bijvoorbeeld, of op het aantal files in Nederland? Zorgen digitale facturen ervoor dat processen efficiënter lopen? Worden digitale facturen misschien sneller betaald of worden er dan minder fouten gemaakt? Ook mogelijkheden om het hele proces te vereenvoudigen of anders in te richten zijn niet onderzocht, maar wel de moeite waard om in een vervolgonderzoek nader te bekijken, immers, een niet verzonden factuur heeft helemaal geen milieubelasting.

## 7 Referenties

Gartner (2007): "Green IT: A New Industry Shockwave", presentation at Symposium / ITXPO conference, April 2007.

[Guinée 2001] Life cycle assessment - an operational guide to the ISO standard, vol. I, II and III, Guinée J.B. et al, Centrum voor Milieukunde - Universiteit Leiden, May 2001.

[ISO 2000] ISO 14040 – 14048: Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework, ISO, 1997-2000.

Kohl, D.F. (2004): "From the Editor... the Paperless Society... not Quite Yet", The Journal of Academic Librarianship, Vol. 30, Issue 3, May, pp. 177-178.

SMART 2020 (2008): Enabling the Low Carbon Economy in the Information Age, The Climate Group.

EIM. Nulmeting elektronische facturen B2G. (2008) EIM

Moberg, Borggren, Finnveden and Tyskeng (2008). Effects of a total change from paper invoicing to electronic invoicing in Sweden. KTH Centre for Sustainable Communications

Schmidt and Kløverpris (2009). Environmental impacts from digital solutions as an alternative to conventional paper-based solutions. FORCE Technology

[Vendrig 2008] Stopwatch onderzoek facturen (2008) J. Vendrig EIM

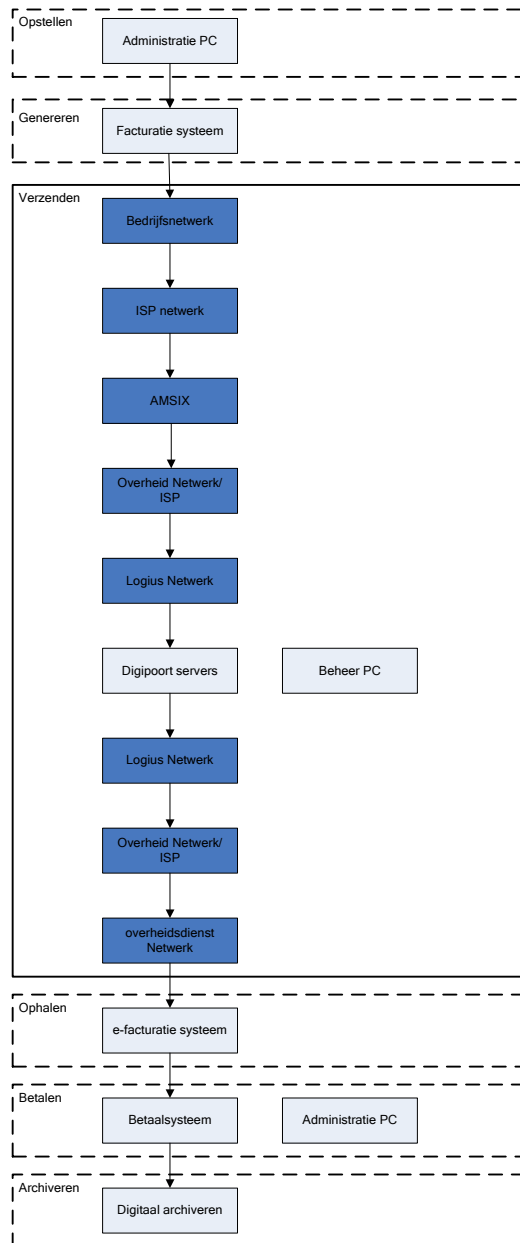
[www.factuurwijzer.nl](http://www.factuurwijzer.nl)

## 8 Bijlagen

### 8.1 Analyse van de digitale e-facturatieketen

In deze bijlage zien we de analyse van de betrokken systemen en netwerken waarvan gebruik wordt gemaakt in de e-facturatieketen. Per component (systeem of netwerk) wordt op basis van beschikbare informatie een inschatting van de benodigde resources en energieverbruik gemaakt.

Onderstaande figuur is een schematische weergave van de e-facturatieketen waarbij een indeling is gemaakt naar de verschillende stappen van het e-facturatieproces: opstellen, genereren, verzenden, ophalen, betalen en archiveren. Het weergegeven proces is dat van het versturen van een e-factuur van een bedrijf, via het Internet naar een e-facturatiesysteem bij een overheidsdienst.



In de volgende paragrafen wordt iedere processtap verder beschreven, en een inschatting van de benodigde resources (computers, netwerkelementen) en energieverbruik gemaakt. De berekeningen worden steeds uitgevoerd op basis van 10.000.000 facturen op jaarbasis.

### 8.1.1 Opstellen

De 'Administratie PC' is een standaard desktop computer. In deze stap is het e-facturatieproces waarschijnlijk identiek aan dat van papieren facturen.

Hieronder volgt een berekening van het aantal 'Administratie PC's' op basis van de benodigde verwerkingstijd van 3,25 seconde (bron: stopwatch studie).

$$\begin{aligned}
 52 * 40 * 3600 &= 7.488.000 \text{ sec per jaar beschikbaar per PC} \\
 10.000.000 * 3,25 &= 32.500.000 \text{ sec totale verwerkingstijd e-facturen per jaar} \\
 32.500.000 / 7.488.000 &= 4,3 \text{ desktop PCs nodig voor opstellen facturen}
 \end{aligned}$$

Component	Benodigde resources	Energieverbruik per jaar
Administratie PC	4,3 * Desktop computer	4,3 * 3GJ

### 8.1.2 *Genereren*

Op basis van de berekening onder 'Verzenden' lijkt één computer server voldoende capaciteit te hebben om de totale e-facturatie stroom te kunnen verwerken. Om te voorzien in hogere bedrijfszekerheid wordt hier uitgegaan van dubbel uitgevoerde systemen.

Component	Benodigde resources	Energieverbruik per jaar
Facturatie systeem	2 * Computer server	2 * 9GJ

### 8.1.3 *Verzenden*

Tijdens het verzenden van de factuur van bedrijf naar de overheid passeert de factuur een aantal computernetwerken alsook het digipoort systeem van Logius.

#### *Bijdrage computernetwerken*

Wij verwachten dat een verstuurd factuur gebruik maakt van de volgende netwerken: een bedrijfsnetwerk, het netwerk van een (Nederlandse) ISP, de Internet exchange, het netwerk van de Overheid, netwerk van Logius en het netwerk van een overheidsdienst.

De verwachte omvang van een factuur wordt berekend in bytes op basis van de omvang van een pdf bestand (bestaande uit een A4 pagina met voor de helft tekst) gebruikt. Deze omvang is 10kB.

Als referentie voor de bijdrage van een computernetwerk is het resultaat van een recente studie naar het energieverbruik van een SurfNET gebruikt. Op basis van deze studie is het energieverbruik nodig voor het transport per factuur van 10Kb: 0,007J. Voor 10 miljoen facturen 70kJ. De benodigde netwerkresources die worden toegewezen aan e-facturatie worden gesteld op 0,7% van een gemiddeld netwerk element (switch, router).

#### *Bijdrage digipoort*

Op basis van een capaciteitsberekening van Logius (bron Logius) en de typische architectuur van vergelijkbare omgevingen een inschatting van de bijdrage gemaakt. Hierbij wordt rekening gehouden met:

- Verhoogde beschikbaarheid door middel van dubbel uitgevoerde systemen
- Pieken in verkeersaanbod
- Aparte frontend en backend (database) servers

Op basis van ervaring met web/applicatie-servers is een vergelijkbaar systeem in staat om 100 requests per seconde te verwerken. Per minuut stemt dit overeen met 6000 requests (of e-facturen). Op basis van de capaciteitsberekening van Logius lijkt één serversysteem voor de frontend functie over ruim voldoende capaciteit te beschikken. Ditzelfde geldt voor de backend functie. In totaal komt dit overeen met 4 server systemen. Voor het uitvoeren van beheertaken wordt uitgegaan van 1 desktop computer.

Component	Benodigde resources	Energieverbruik per jaar
Netwerk bijdrage	8 * 1% van Netwerk element	8 * 70kJ
Logius bijdrage	4 * Computer server 1 * computer desktop	36GJ 3GJ

### 8.1.4 *Ophalen*

In het onderdeel ophalen zit het e-facturatie systeem van de ontvanger. Hier komen e-facturen uiteindelijk terecht zodat deze bij de overheidsdienst kunnen worden gebruikt. Uitgangspunt voor deze berekening is dat de totale omvang van de e-facturatiestroom over alle overheidsdiensten heen hetzelfde is als die gebruikt door Logius. Daarom wordt de bijdrage van dit onderdeel gesteld op hetzelfde als de bijdrage van Logius.

Component	Resources	Per jaar
Systemen voor ophalen	4 * Computer server 1 * computer desktop	36GJ 3GJ

### 8.1.5 *Betalen*

Hieronder volgt een berekening van het aantal 'Administratie PC's' op basis van de benodigde verwerkingstijd van 1,24 seconde (bron: stopwatch studie).

$52 * 40 * 3600 = 7.488.000$  sec beschikbaar per Desktop PC per jaar  
 $10.000.000 * 1,24 = 12.400.000$  sec totale verwerkingstijd e-facturen  
 $12.400.000 / 7.488.000 = 1,7$  desktop PCs nodig voor betalen

Daarnaast wordt nog gebruikt gemaakt van een betaalsysteem. Hiervoor wordt de bijdrage van een server computer gebruikt.

Component	Resources	Per jaar
Totaal processing	1 * Computer server 1,7 * computer desktop	9GJ 1,7 * 3GJ

### 8.1.6 *Archiveren*

Archiveren is het opslaan van facturen zodat deze online beschikbaar zijn voor bijvoorbeeld controle. Hiervoor wordt een de bijdrage van een storage server gerekend.

Component	Resources	Per jaar
Totaal processing	1 * Computer server	9GJ

## 8.2 **Verdere toelichting aannames papier en elektronica**

Bij de aannames is niet alleen de hoeveelheid energie en CO<sub>2</sub> bij het gebruik van belang, maar ook dat wat er gebruikt wordt bij het produceren en afdanken van alle elementen in de keten. Deze aannames staan in de volgende paragrafen.

### 8.2.1 *Papier*

Voor papier gaan we uit van A4 van 5g/stuk  
EcoInvent: Paper, woodfree, uncoated, at regional storage (RER)

Voor een C5 enveloppe gelden de volgende getallen:

Input	Hoeveelheid	EcoInvent	
papier	7,66	g	Paper, woodfree, uncoated, at regional storage/RER U
verlies papier (14%)	1,07	g	Paper, woodfree, uncoated, at regional storage/RER U
acetaat venster	0,2	g	Ethylvinylacetate, foil, at plant/RER U
lijm	0,2	g	Modified starch, at plant/RER U
inkt	0,185	g	Toner, black, powder, at plant/GLO U
elektriciteit	5,56	Wh	Electricity, low voltage, at grid/NL U

8.2.2 *PC**Productie*

Input	Aantal	EcoInvent
computer	1	Desktop computer, without screen, at plant/GLO U
toetsenbord	1	Keyboard, standard version, at plant/GLO U
LCD beeldscherm	1	LCD flat screen, 17 inches, at plant/GLO U
muis	1	Mouse device, optical, with cable, at plant/GLO U

*Gebruik*

Energieverbruik: 0,085kWh

Stroom: Nederland, low voltage

8.2.3 *Ontwikkeling Digipoort:*

De eenheid van “ontwikkeling Digipoort” is per *stuk* bepaald. In feite was het ontwikkelingsproces van Digipoort aan één factuur gealloceerd. Om dit te kunnen uitrekenen, was er een inschatting gemaakt op basis van de gewerkte uren van een software programmeur die Digipoort heeft ontwikkeld. Op basis daarvan, was een urentarief er aan gekoppeld (een Euro besteed aan programmeren heeft dus een bepaalde Energy/CO<sub>2</sub> bijdrage). Vervolgens was er een inschatting van het aantal Digipoort gebruikers gemaakt om de effecten van het programmeren aan de 10.000.000 facturen van deze studie te kunnen alloceren. Hieronder zijn de aannames die in het model gebruiken worden:

Ontwikkelingstijd van Digipoort: 500 uur

Tarief ICT medewerker: 100 Euro/uur

Kosten: 500 x 100 = 50.000 Euro

Database proces: Software consultancy and supply, DK (koppeling met Energie/CO<sub>2</sub> bijdrage per Euro besteed)

Aantal facturen: 10.000.000

% (van 10.000.000 facturen) van totaal de facturen die Digipoort gebruiken: 1%

Kosten Digipoort ontwikkelen van 10.000.000 facturen: 500 Euro

Kosten/factuur = 0,00005 Euro = 1 factuur

8.2.4 *Computer server:**Productie:*

Desktop computer, without screen, at plant/GLO U met 3,8 kg extra metaal

Levensduur = 3 jaar

Grootte van gemiddelde factuur (1 pagina) = 10kB

Aantal factuur/jaar = 10.000.000



Aantal factuur /3 jaar = 30.000.000  
 Aandeel server/factuur = server/30.000.000

*Gebruik:*

Server type: 300W server  
 Energieverbruik 300W server = 9 GJ/jaar  
 Aantal factuur/jaar = 10.000.000  
 Elektriciteitsverbruik/factuur = 9/10.000.000 = 0,0009 MJ/factuur  
 EcoInvent energie proces = Electricity, low voltage, at grid/NL U

8.2.5 *Netwerk*

*Productie:*

1 netwerk systeem = 1 computer (zonder beeldscherm)  
 % van 1 PC voor 10.000.000 facturen = 0,7%  
 % van 1 PC voor 1 factuur = 0.00000007%

*Gebruik:*

Grootte van 1 factuur: 10kB  
 Energieverbruik van 1 netwerk /factuur: 0,007 J  
 Aantal netwerken: 8  
 Energieverbruik van 1 factuur: 0,056 J  
 Stroom = Nederland, low voltage

8.2.6 *Kopieerapparaat (voor printen en scannen)*

	EcoInvent Proxy (Printer, laser jet, colour, at plant)	Gemiddelde kopieermachine <sup>2</sup>
Productie + Afdanking (massa machine - kg)	4,61	300
Gebruik (kWh/h)	0,040208	1,5

Aantal printers/kopieermachine = 300/4,61 = 65  
 Opschaling van printers naar kopieermachine (energie) = 1.5/0,04 = 37,3  
 Aantal min/factuur = 1,4 min

8.2.7 *Drukkerij*

*Aanname:*

30% van de facturen m.b.v. printstraat en 70% van de facturen middels printen in kantooromgeving

<sup>2</sup> <http://www.colour-photocopiers.co.uk/specs/irc5185i-spec.html>

### 8.3 Belangrijkste aannames voor gevoeligheidsanalyse

Aannames voor gevoeligheidsanalyse – 5 bladzijde (digitaal)

	Item	Unit	tijd (min)	Aannames
Papier	Papier (A4) kantoor			
	Printen door ontvanger	stuk		0
Elektronica	Opstellen factuur			
	PC	min	5	0,083
	Generen factuur			
	ontwikkeling Digipoort	stuk		1
	computer server	factuur		5
	PC	min	0,167	0,003
	Emailen factuur			
	PC	min	0,083	0,001
	computer server	factuur		5
	netwerk	factuur		5
	Openen of ophalen			
	computer server	factuur		5
	PC	min	0	0
	Betalen factuur			
	computer server	factuur		5
	PC	min	0	0
	Archiveren factuur			
	computer server	factuur		5
	multifunctie printer	factuur		0
	multifunctie printer	factuur		0
PC	min	0	0	
Transport	transport papier/enveloppe van pulp & papier nar warenhuis			
	productie van schip	A4		0
	productie van vrachtwagen	A4		0
	transport papier/enveloppe van warenhuis naar bedrijf			
	productie van vrachtwagen	A4		0
	transport papier/enveloppe naar recycling centrale of AVI			
	vrachtwagen type:	A4		0