



**Environmental impacts from
digital solutions as an alternative
to conventional paper-based
solutions**

**NB: Dansk sammenfatning – hele
den engelsksprogede rapport kan
downloades via www.e-boks.dk**

Anders Schmidt and Nanja Hedal Kløverpris

**FORCE Technology
Applied Environmental Assessment
Hjortekærsvej 99
DK-2800 Lyngby**

May, 2009

e-mail: acs@force.dk

Dansk sammenfatning

1.1 Baggrund

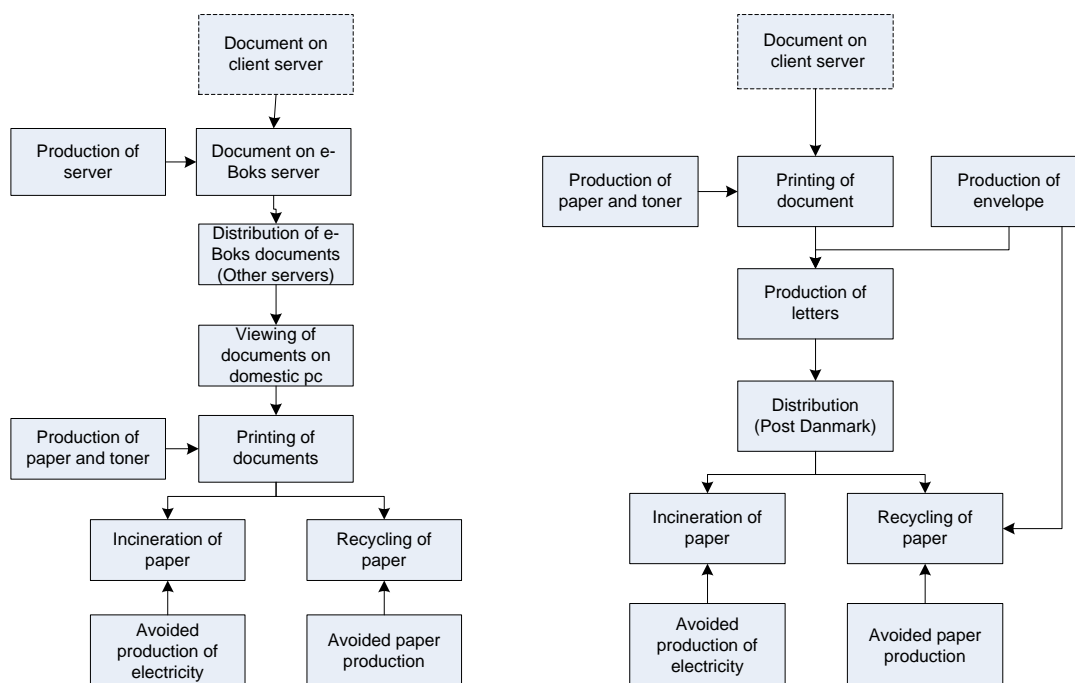
e-Boks er et aktieselskab, der I dag er ejet af PBS A/S og Post Danmark. I 2008 blev der via e-Boks sendt 98,5 millioner elektroniske dokumenter til mere end 1,5 millioner brugere. E-Boks giver desuden brugerne mulighed for at lagre deres egne dokumenter i den personlige postboks, som det er muligt at få adgang til fra en computer med internetadgang.

FORCE Technology har for e-Boks kortlagt de miljømæssige konsekvenser af at distribuere dokumenter som f.eks. kontoudtog, lønsedler og pensionsoversigter elektronisk i stedet for den velkendte måde med papirdokumenter i rudekuverter, der distribueres af Post Danmark. Formålet med denne kortlægning har været at få bekræftet en formodning om, at elektronisk distribution af denne type dokumenter er bedre for miljøet end den almindelige distribution, fordi der både spares papir og brændstoffer til transport. Samtidigt blev det undersøgt, om e-Boks systemet har nogle oversete miljøbelastninger, der eventuelt kan opveje fordelene.

1.2 Undersøgelsens omfang

Undersøgelsen har vurderet de miljømæssige konsekvenser af at distribuere 98,5 millioner dokumenter elektronisk i 2008 i stedet for at distribuere dem i form af almindelige breve.

Analysen er lavet som en såkaldt livscyklusvurdering (LCA), der opgør forskelle i miljøpåvirkninger fra vugge til grav, inkl. udvinding af brændsler og råvarer til f.eks. papirproduktion, brugen af computere og bortskaffelse af papir og konvolutter. Figur 1 viser de processer, som indgår i hhv. elektronisk og almindelig distribution af brevene.



Figur 1. De vigtigste elementer og aktiviteter i den elektroniske distribution via e-Boks og distribution med almindelig post.

I denne type LCA kortlægges og beregnes konsekvenserne af at gennemføre en bestemt aktivitet. Et øget elforbrug fører eksempelvis ikke til en øget gennemsnitlig elproduktion, men til at der produceres mere el på et kulfyret kraftværk. Et andet eksempel er, at man ved

genanvendelse af papir regner med, at dette vil kunne erstatte nyt avispapir i stedet for papir af sammenlignelig kvalitet. Hvor der har været valgmuligheder i forbindelse med systembeskrivelsen er der til brug i basisscenariet som udgangspunkt foretaget et konservativt valg, der ikke giver et falsk positivt indtryk af fordelene ved e-Boks.

Datagrundlaget, f.eks. i form af vægten af et typisk brev, tiden til at læse et dokument på skærmen, hvor hyppigt der laves en udskrift osv. er etableret på baggrund af information fra centrale aktører som e-Boks, Post Danmark, KMD (der er vært for e-Boks), Konvolut Danmark (producent af konvolutter) og Strålfors (der printer og pakker dokumenter). Disse informationer er parret med oplysninger fra internationalt anerkendte databaser om f.eks. miljøbelastningen ved at producere og genbruge papir, producere elektricitet og andre relevante processer i de to systemer.

Vurderingen omfatter de miljøpåvirkninger, energiforbrug og ressourceforbrug, som typisk opgøres i en livscyklusvurdering:

- Klimaeffekt (også kaldet global opvarmning eller klimapåvirkning)
- Forsuring
- Belastning af vandmiljøet med næringsalte
- Smog-dannelse (fotokemisk ozon)
- Energiforbrug
 - Totalt energiforbrug opgjort i MJ, med mulighed for at skelne mellem fossile energikilder og vandkraft
- Forbrug af fossile energiressourcer samt træ, opgjort i kg eller m³
 - Sten- og brunkul, naturgas, olie

Undersøgelsen har ikke vurderet de mulige påvirkninger af mennesker og økosystemer i de to systemer, da de eksisterende metoder og datagrundlag stadig er forholdsvis usikre. Det bemærkes dog, at der ikke forventes at være bidrag til lokale miljø- og sundhedsbelastninger udover de forholdsvis velkendte og velbeskrevne bidrag fra de centrale processer i livsforløbet for dokumenter:

- produktion af papir, f.eks. udledning af miljøfremmede og bio-akkumulerende stoffer til vandmiljøet
- produktion af elektricitet, f.eks. udledning af kviksølv fra kulfyring
- distribution af breve og andre varer, f.eks. udledning af fine og ultrafine partikler fra dieselmotorer
- bortskaffelse af elektronik, f.eks. udledning af tungmetaller

Det bemærkes også, at for de nævnte typer af lokale belastninger har der gennem mange år været iværksat samfundsmæssige initiativer, der fokuserer på at nedbringe belastningen i videst muligt omfang.

1.3 Resultater

1.3.1 Hvor stor er fordelene ved e-Boks distribution?

Beregningerne har været fokuseret på at beskrive de miljømæssige konsekvenser af at distribuere dokumenter som f.eks. kontoudtog, lønsedler og pensionsoversigter elektronisk i stedet for den traditionelle måde som papirdokumenter, der distribueres af Post Danmark. For alle typer af miljøbelastninger er der en klar fordel ved elektronisk distribution af denne type dokumenter, således som det fremgår af Tabel 1. Negative værdier er således udtryk for en reduktion i miljøbelastningen.

Tabel 1. Miljømæssige konsekvenser af at distribuere 98.5 millioner dokumenter via e-Boks i stedet for som normale breve.

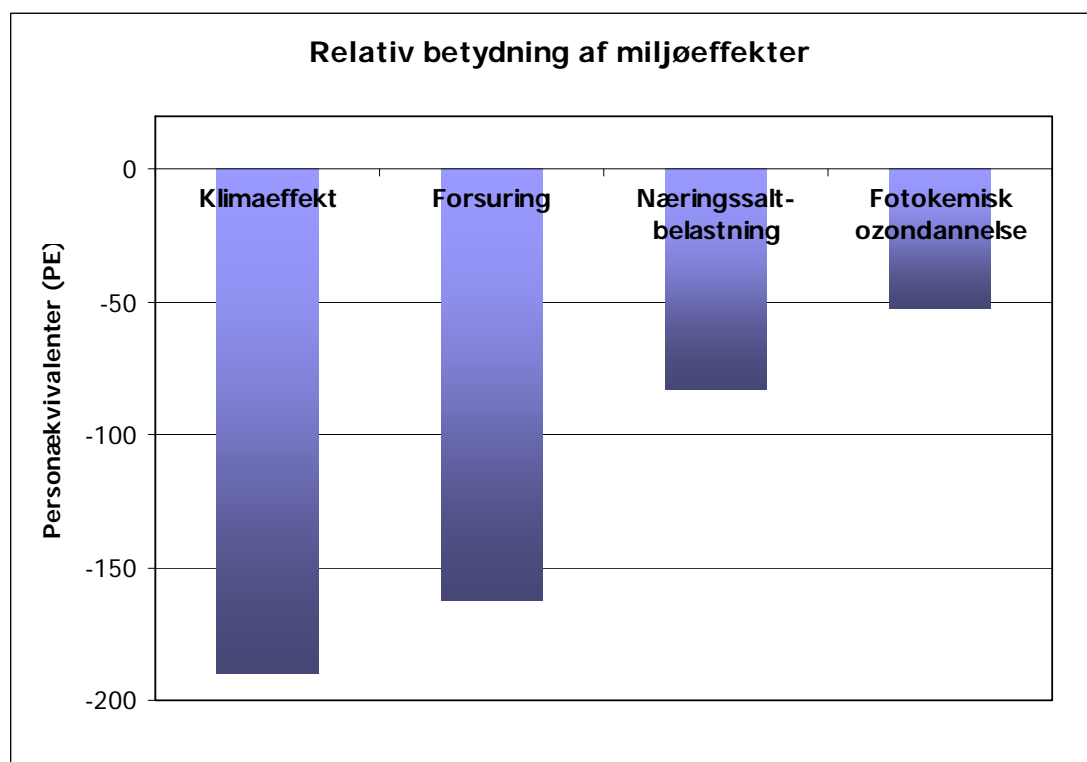
Miljøbelastning	Enhed	Ændring
Klimaeffekt	kg CO ₂ -ækv.	-1,652,496
Forsuring	kg SO ₂ -ækv.	-16,415
Næringssaltbelastning	kg NO ₃ -ækv.	-21,493
Smog-dannelse	kg C ₂ H ₄ -ækv.	-1,039
Total energiforbrug	MJ	-24,675,481

Foruden en reduktion i de undersøgte miljøbelastninger viser resultaterne også, at der er en markant besparelse på de fossile brændsler (primært kul, olie og gas), mens der er en meget beskedent stigning i brugen af fornybar energi (vandkraft) til produktion af elektricitet. Da den fornybare del af energien udgør mindre end 1% af det samlede energiforbrug, skelnes der i den resterende del af rapporten ikke mellem fornybar og fossil energi.

Tabel 1 viser konsekvenserne i absolutte tal – og i forskellige enheder. Den danske UMIP-metode giver mulighed for at omregne en række miljøbelastninger til en fælles enhed, den såkaldte personækvivalent. En personækvivalent (også kaldet en PE) svarer til en gennemsnitspersons årlige bidrag til en given miljøbelastning. Hver dansker udleder således i gennemsnit omkring 8700 kg CO₂-ækvivalenter om året som bidrag til klimaforandringer, mens den samme person udleder 101 kg SO₂-ækvivalenter.

1.3.2 Hvad er den største fordel?

Ved at omregne de primære resultater til personækvivalenter (det kaldes også at "normalisere resultaterne") får man således en indikation af, hvilken ændring, der batter mest i det samlede danske miljøbillede. De normaliserede resultater er vist i Figur 2.



Figur 2. De miljømæssige fordele af e-Boks systemet, omregnet til normaliserede værdier (personækvivalenter).

Figuren indikerer, at den mest markante fordel er reduktionen i bidraget til drivhuseffekt/klimaforandring, svarende til udledningen fra 190 gennemsnitsdanskere. Bidraget til forsurening reduceres næsten lige så meget, svarende til 163 personækvivalenter. Den positive effekt med hensyn til næringssaltbelastning og fotokemisk ozondannelse er mindre, men stadig signifikant.

UMIP-metoden giver ikke mulighed for på samme måde at normalisere resultaterne for energiforbrug og –besparelser. Ud fra Energistatistik 2007 fra Energistyrelsen kan det dog beregnes, at en gennemsnitsdansker bruger cirka 159.000 MJ energi om året. Besparelsen på godt 24 millioner MJ ved at distribuere gennem e-Boks svarer således til energiforbruget for 155 gennemsnitsdanskere. Denne besparelse kan også udtrykkes i såkaldte olie-ækvivalenter, der er den enhed som OECD anvender til at sammenfatte målinger af energiforbrug. Besparelsen ved at bruge e-Boks er ca. 590.000 kg olieækvivalenter, der ifølge beregningerne fordeler sig på følgende måde på forskellige fossile brændsler:

	Kg	MJ
Råolie	-287,670	-12,309,350
Stenkul	43,210	1,139,618
Brunkul	-113,577	-1,303,812
Naturgas	-254,147	-10,941,401
Uran	-1.399	-1,261,457

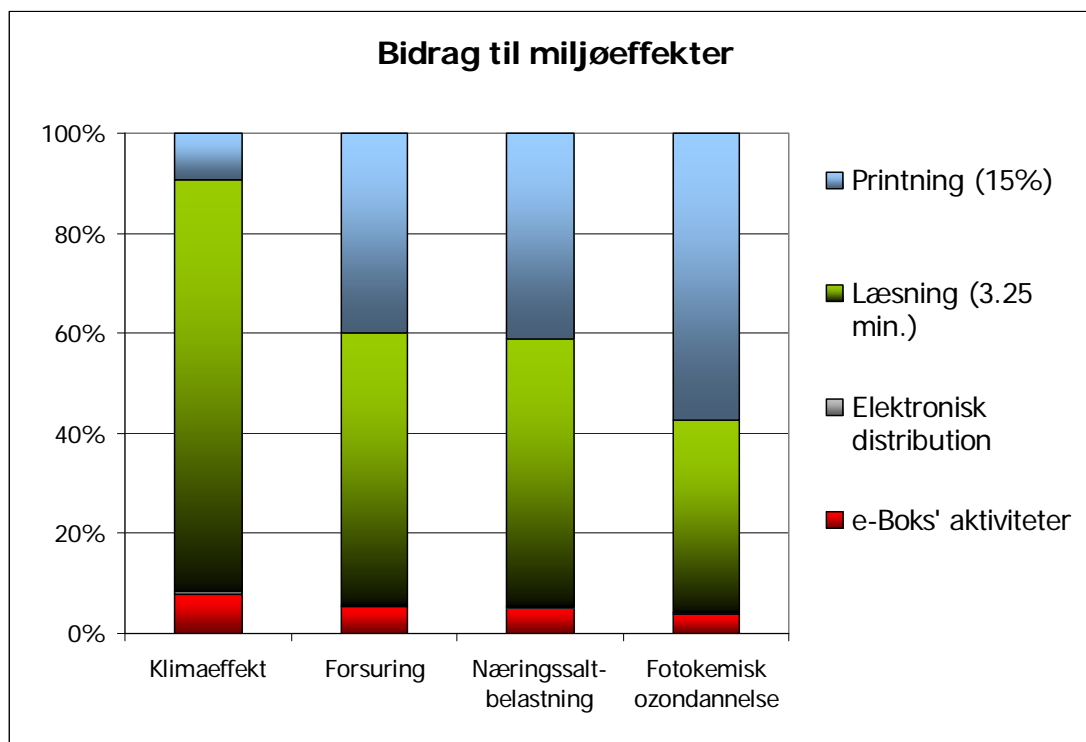
Besparelserne ligger primært på råolie, der anvendes til produktion af benzin, diesel, fyringsolie og plastmaterialer og på naturgas, der anvendes til produktion af elektricitet, varme og diverse materialer. Ændringerne for stenkul, brunkul og uran afspejler, at et mindre papirforbrug i e-Boks systemet på den ene side medfører en sparet el-produktion i lande, hvor uran og brunkul er væsentlige energikilder, mens der skal produceres ekstra elektricitet på moderne danske kulkraftværker, fordi der ikke er så megen energi at hente fra forbrænding af papiraffald.

1.3.3 Hvor ligger de væsentligste miljøbelastninger i e-Boks systemet?

I undersøgelsen er e-Boks systemet delt op i fire hovedaktiviteter:

- Aktiviteter hos e-Boks (primært lagring og visning af dokumenter)
- Elektronisk distribution via internetudbydere
- Læsning af dokumenter hos brugeren
- Printning af dokumenter (primært produktion og bortskaffelse af papir)

Figur 3 viser, hvilke aktiviteter, der har den største belastning:



Figur 3. Relativt bidrag til forskellige miljøbelastninger fra de fire hovedaktiviteter i e-Boks.

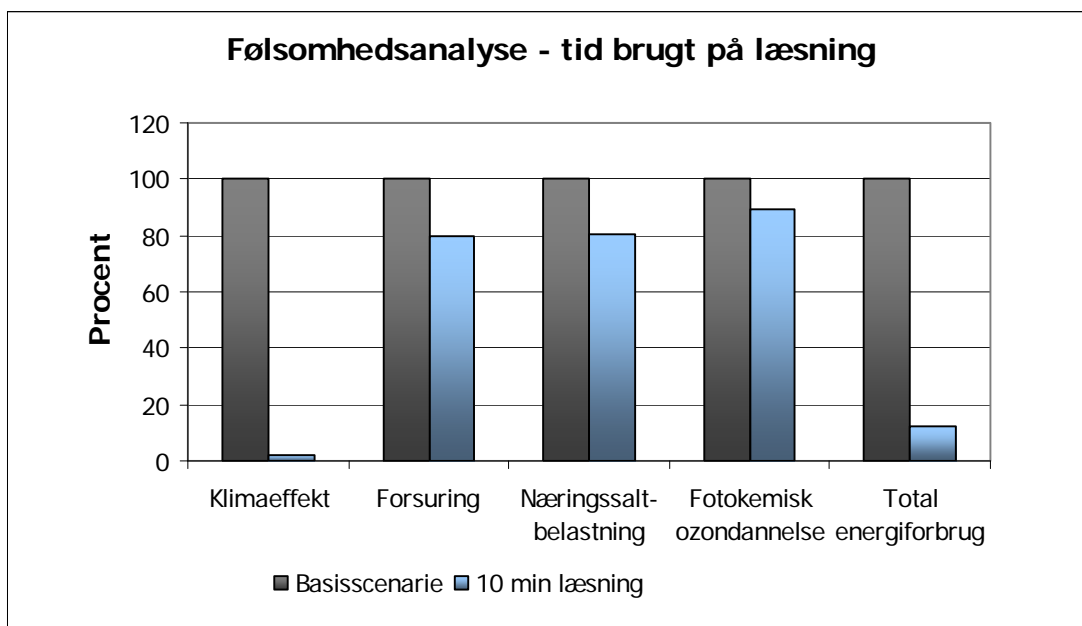
Figuren illustrerer klart, at "Læsning" af dokumenterne giver det største bidrag med hensyn til klimaeffekt, mens bidraget til de øvrige miljøbelastninger er mere ligeligt fordelt mellem Læsning og Printning. I det samlede billede spiller aktiviteterne hos e-Boks en meget lille rolle og den elektroniske distribution via en internetudbyder er uden praktisk betydning.

1.4 Resultaterne er robuste

Det er altså den enkelte bruger af e-Boks, der langt hen ad vejen kan bestemme, hvor stor en miljøbelastning, der er knyttet til at modtage dokumenter via e-Boks. I en følsomhedsanalyse blev betydningen af forskellige antagelser derfor analyseret for at være sikker på, at resultater og konklusioner er robuste, også for brugere der har andre vaner omkring brugen af e-Boks end den "gennemsnitsbruger", der er forudsat i det grundlæggende scenarie.

1.4.1 Tid brugt på læsning

Det er som udgangspunkt antaget, at en bruger anvender sin pc i tre minutter og 15 sekunder for hvert dokument, der modtages i e-Boks. To minutter bruges til at læse dokumentet, mens der bruges 1.25 min på at logge på e-Boks. De to minutter er et målt gennemsnit for e-Boks dokumenter, mens tiden til log-on er baseret på, at der i gennemsnit åbnes 1,6 dokumenter hver gang der logges på e-Boks. Nogle brugere kan dog tænkes at anvende noget længere tid, enten fordi de har en langsom internetforbindelse eller fordi de gennemgår dokumenterne minutiøst. Der blev derfor gennemført beregninger, hvor det blev antaget at den samlede tid til at læse et dokument var 10 minutter i stedet for de godt tre minutter. Resultaterne af denne analyse fremgår af Figur 4.



Figur 4. Relativ miljøbelastning ved et tidsforbrug til læsning på 10 minutter i stedet for 3,25 minutter som i basisscenariet. Tal under 100% indikerer generelt, at fordelene ved e-Boks bliver mindre.

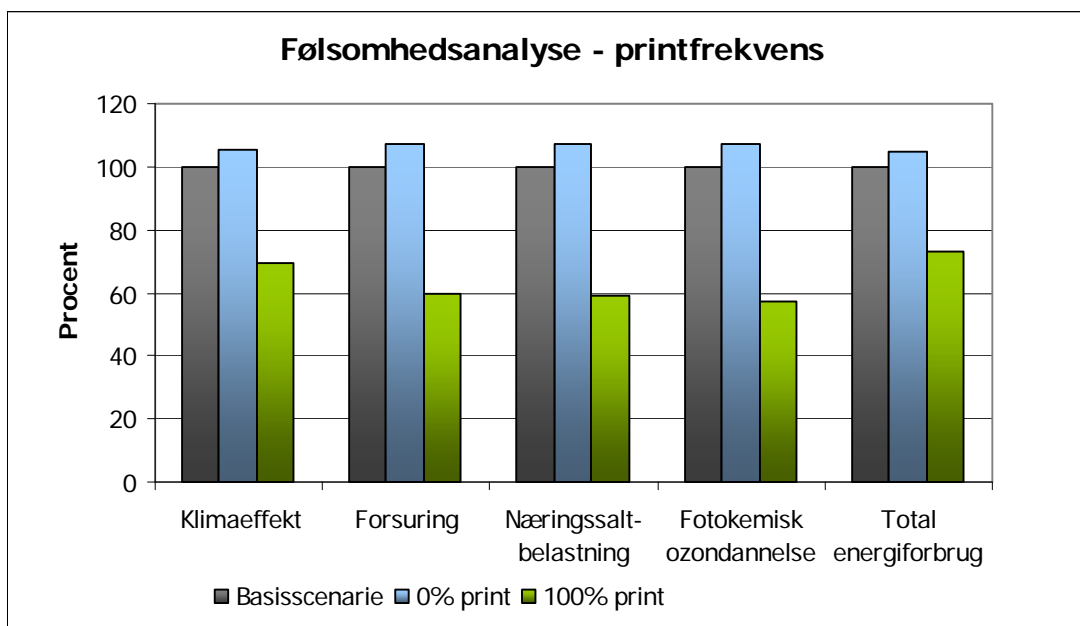
Hvis en bruger anvender væsentligt længere tid – i dette eksempel 10 minutter – på at læse et dokument i e-Boks, forsvinder en stor del af fordelene ved e-Boks, specielt med hensyn til bidraget til klimaforandringer og totalforbruget af energi. For begge effekters vedkommende skyldes den mindre fordel, at der bruges mere elektricitet til pc, skærm og andet IT udstyr. Effekten er ikke så stor for de andre miljøbelastningers vedkommende, hvilket skyldes at disse ikke er relateret til energiforbrug alene, men også til forbrug af papir til udskrivning af dokumenter.

Det understreges, at denne følsomhedsanalyse primært viser effekten for den enkelte bruger med et stort tidsforbrug. Gennemsnitstiden på godt tre minutter, som anvendes i basisscenariet, anses for at være et meget realistisk estimat, der afspejler daglig praksis.

1.4.2 Hvor ofte skrives et e-Boks dokument ud?

En undersøgelse blandt brugere af e-Boks viste, at omkring 15% af de dokumenter, der åbnes, også skrives ud. I praksis er det ikke alle dokumenter, der åbnes, og en udskriftshyppighed på 15% giver derfor et konservativt estimat.

For at belyse dette nærmere, blev der lavet beregninger af belastningen, hvis alle dokumenter skrives ud, og hvis ingen skrives ud. Ingen af disse scenarier er realistiske, men resultaterne giver en god indikation af, hvor stor en del af fordelene, der forsvinder hvis der printes ud, og hvor stor en ekstra gevinst der opnås, hvis et dokument ikke skrives ud. Resultaterne fremgår af Figur 5.



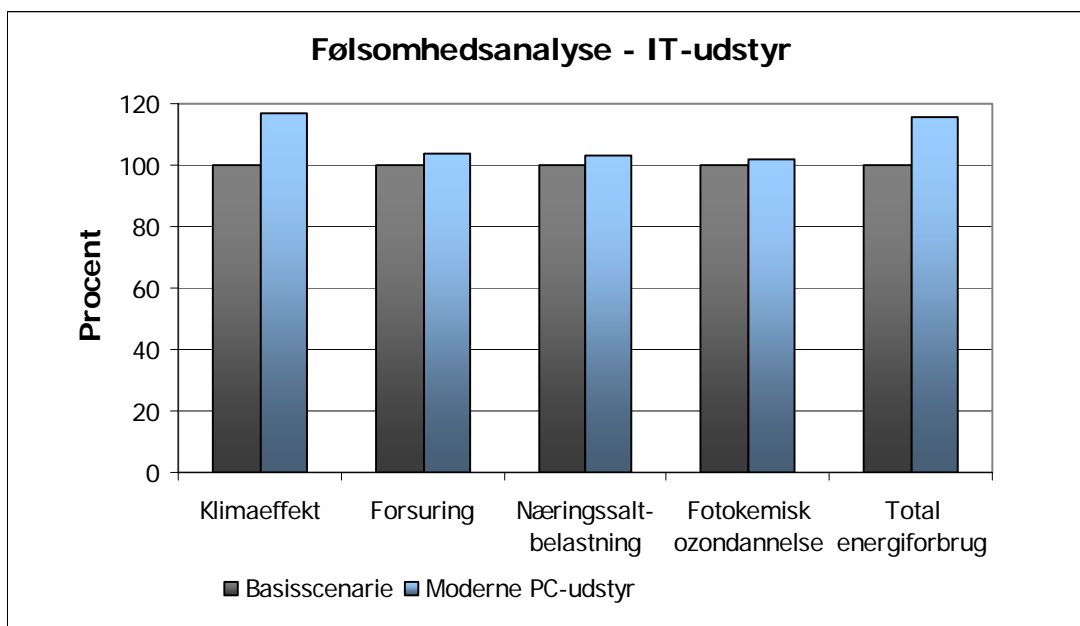
Figur 5. Relativ miljøbelastning ved udskrivning af ingen eller alle dokumenter i forhold til basisscenariet med 15% udprintning. Tal under 100% indikerer generelt, at fordelene ved e-Boks bliver mindre; over 100% indikerer at fordelene øges.

Resultaterne viser, at 30-40% af fordelene ved e-Boks forsvinder, når et dokument skrives ud. Årsagen til dette er, at der sker en forøgelse af papirforbruget og de miljøbelastninger, der er knyttet til papirproduktion. Der er dog stadig en signifikant fordel ved e-Boks systemet, der for størstedelens vedkommende kan henføres til, at der ikke skal produceres og sendes en konvolut med dokumentet i.

Analysen viser også, at der kan opnås en ekstra fordel på 5-7% i det samlede resultat for alle typer af miljøbelastning, hvis ingen dokumenter skrives ud.

1.4.3 Brug af moderne IT udstyr

I basisscenariet er brugt et veldokumenteret gennemsnit af hjemmenes IT udstyr i 2006 som forudsætning for beregningerne. Denne antagelse er ikke nødvendigvis særlig repræsentativ for brugere med et mere moderne udstyr, f.eks. bærbare computere, der har et relativt lavt strømforbrug. Der blev derfor gennemført en følsomhedsanalyse, hvor strømforbruget blev nedsat med 60 Watt per time, svarende til forskellen mellem en pc med skærm, der bruger 100 W og en bærbar, der bruger 40 W. Resultaterne fremgår af Figur 6.



Figur 6. Miljøbelastning ved brug af bærbare computere i forhold til basisscenariet. Værdier højere end 100% indikerer en større fordel i forhold til basisscenariet.

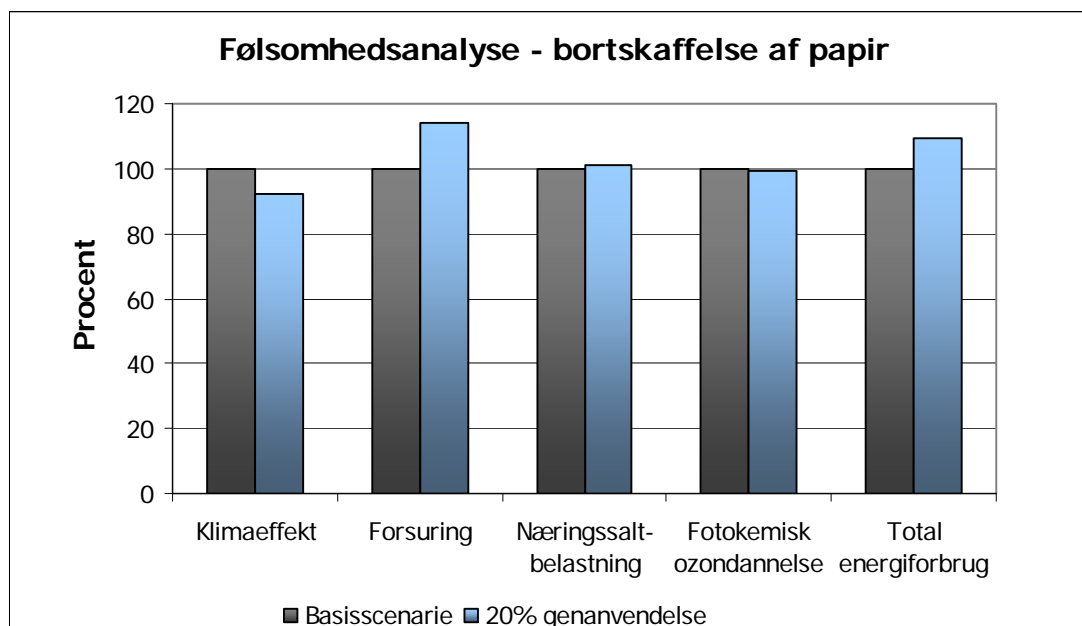
Resultaterne viser, at fordelene ved e-Boks systemet i høj grad er relateret til energieffektiviteten af IT-udstyret. Der er en signifikant fordel ved at bruge bærbare computere frem for stationære, mest udtalt i forhold til bidraget til klimaeffekten (17% forbedring) og til forbruget fossil energi (15%).

Det bemærkes, at den fremtidige udvikling på IT-området ikke nødvendigvis går ensartet i retning af lavere energiforbrug eller højere energieffektivitet. Bærbare computere, især små apparater, må forventes at blive meget mere almindelige, men der vil sikkert også ske en udvikling for stationære computere i retning af en mere kraftfuld ydelse, der opnås på bekostning af et øget energiforbrug. Samlet set vil udviklingen i den nærmeste fremtid dog ikke kunne rokke ved den vurdering, at læsning af e-Boks dokumenter giver det største bidrag til det samlede billede.

1.4.4 Behandling af papiraffald

I beregningerne er der som udgangspunkt gået ud fra, at e-Boks dokumenter og kuverter behandles som gennemsnittet af andet papir- og papaffald i Danmark i 2008, nemlig at 60% genanvendes og 40% forbrændes med energigenvinding.

Da den type dokumenter, der typisk distribueres via e-Boks, ofte indeholder personlig, økonomisk information, vil en del personer sikkert sørge for, at dokumenterne forbrændes, fordi risikoen for at uvedkommende skal få adgang til informationen derved minimeres. Vi har derfor undersøgt konsekvenserne, hvis kun 20% af papir og kuverter genanvendes, mens de resterende 80% forbrændes med energigenvinding. Resultaterne af dette fremgår af Figur 7.



Figur 7. Miljøbelastning ved en øget forbrænding af papir (80%) i forhold til basisscenariet, hvor 40% forbrændes med energigenvinding. Værdier højere end 100% indikerer en større fordel i forhold til basisscenariet.

Beregningerne viser, at fordelene ved at skifte til e-Boks bliver mindre med hensyn til klimaeffekt, når andelen af papir, der forbrændes, bliver øget. Til gengæld er der en større fordel med hensyn til både energiforbrug og forsuring, mens der kun sker ubetydelige ændringer med hensyn til næringssaltbelastning og fotokemisk ozondannelse. Det understreges dog, at der i begge scenarier stadig er tale om en konsistent fordel for miljøet ved elektronisk distribution frem for konventionel distribution.

Den primære årsag til de beskrevne ændringer i resultaterne er, at der anvendes mest papir ved konventionel distribution af dokumenter. Når en større mængde af dette forbrændes, fortrænges anden energi, der ellers ville være blevet produceret med kul-baseret teknologi. Samtidigt er der mindre papir til genanvendelse, og det er derfor nødvendigt at producere mere virgint papir.

1.5 Konklusioner

I undersøgelsen er de miljømæssige konsekvenser ved at distribuere automatisk genererede dokumenter elektronisk i e-Boks systemet frem for med almindelig post beregnet. Det bemærkes, at resultaterne ikke er repræsentative for andre typer af dokumenter, f.eks. personlige breve, der både har et andet livsforløb og som opfylder andre funktioner.

Resultaterne peger entydigt på, at der er en klar fordel ved elektronisk distribution, idet der er en positiv effekt for alle typer af miljøbelastninger, der er undersøgt, både globalt (nedsat bidrag til klimaforandringer), regionalt (f.eks. bidrag til forsuring og næringssaltbelastning), og med hensyn til det totale forbrug af energi. Det bemærkes dog, at potentielle påvirkninger af menneskers sundhed og lokale økosystemer ikke er indgået i beregningerne.

Hvor relevant er det tilstræbt at vælge konservative antagelser, der ikke favoriserer e-Boks systemet. Dette understøtter vurderingen af, at konklusionerne er meget entydige, og indikerer samtidigt, at fordelene i absolutte tal sandsynligvis er højere end angivet i rapporten.

Målt i absolutte tal svarer de miljømæssige gevinster til udledningerne fra ca. 160-190 gennemsnitsdanskere (med hensyn til klimaeffekt og forsuring) og til noget mindre med hensyn til næringssaltbelastning og dannelse af fotokemisk ozon. De fordele, som et skift til

distribution via e-Boks giver, er dermed et lille skridt på vejen mod de overordnede reduktionsmål på 20% for udledningen af klimagasser i 2020.

Med de givne begrænsninger må resultaterne anses for at være meget robuste. Dette understøttes af en række følsomhedsanalyser, hvor der selv med *worst-case* betragtninger på udvalgte områder er en klar miljømæssig fordel ved e-Boks systemet i forhold til konventionel distribution af automatisk genererede dokumenter.