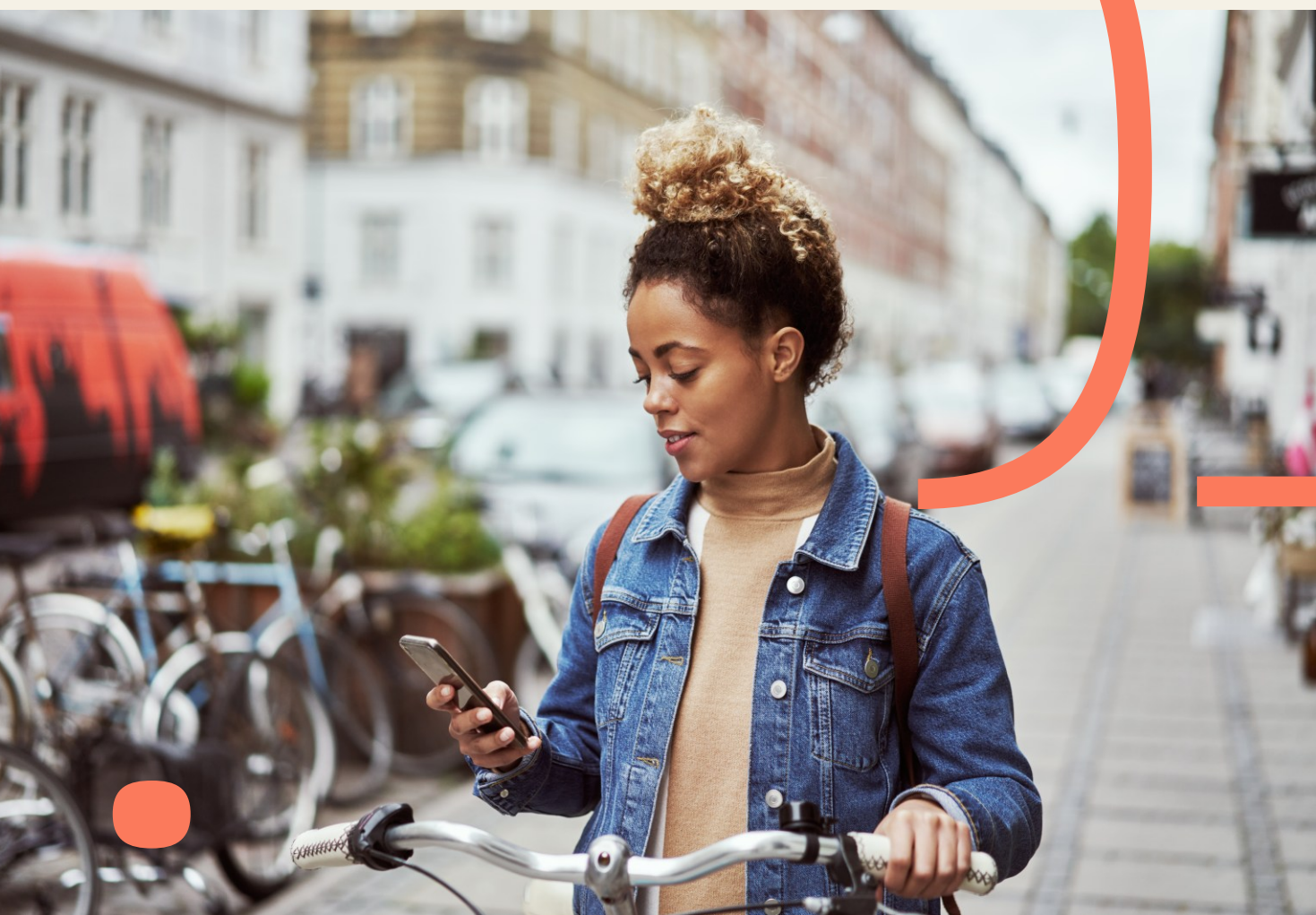


Et grønnere borger.dk og Digital Post

Beregning af it-løsningers klimaaftryk



Indhold

Executive summary	3
Indledning.....	5
Model for beregning af it-løsningers klimaafttryk	7
Modellens fokus og afgrænsninger	7
Brug af modellen til afrapportering.....	9
Gennemgang af modellens delelementer	10
Infrastruktur	10
a. It-udstyrets energiforbrug i kWh	10
b. Overheadfunktioners energiforbrug i kWh.....	11
c. It-udstyrets indlejrede udledning i CO ₂ e.....	11
Brugeren.....	12
a. Energiforbrug i brugernes devices i kWh	12
b. Energiforbrug i netværkstransmission i kWh	13
Udvikling og drift	14
Klimaafttrykket for borger.dk og Digital Post.....	16
Borger.dk i tal.....	16
Digital Post i tal	17
Overvejelser ift. afgrænsning af borger.dk og Digital Post.....	19
Centrale indsigter fra baselinemålingen af borger.dk og Digital Post.....	19
6 gode råd til grønnere it-løsninger	22

Executive summary

Digitalisering (IKT¹) har i dag et energiforbrug, der er væsentligt højere end den samlede flyindustri.² Frem mod 2030 forventes digitaliseringen at fordoble sit strømforbrug, så den i 2030 kommer til at udgøre ca. 13 pct. af det globale strømforbrug.³ I Danmark står særligt datacentre for en væsentlig og stigende del af digitaliseringens energiforbrug og forventes at stå for ca. 17 pct. af Danmarks samlede strømforbrug i 2030.⁴ Samtidig kræver nye teknologier som fx kunstig intelligens meget store mængder energi, hvilket kun vil øge digitaliseringens energiforbrug. Derfor er det essentielt, at der stilles skarpt på it-løsningers energiforbrug og klimaaftryk, så digitalisering ikke ender med at blive en belastning frem for en gevinst for den grønne omstilling.

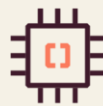
Ønsker man at arbejde systematisk med at nedbringe it-løsningers energiforbrug og klimaaftryk, skal man imidlertid kunne måle energiforbruget og CO₂e-udledninger forbundet med it-løsningen – og effekten af de tiltag, der iværksættes for at nedbringe disse.

Digitaliseringsstyrelsen har derfor udarbejdet en model til udregning af it-løsningers klimaaftryk med udgangspunkt i udarbejdelsen af baselinemålinger af it-løsningerne borger.dk og Digital Post i samarbejde med løsningernes leverandør.

Modellen er baseret på internationale standarder og etablerede afrapporteringsregimer, herunder

GHG-protokollen, hvilket medvirker til, at modellen kan anvendes til organisationers klimaregnskab og til afrapportering ifm. CSRD uden at blive pålagt uhensigtsmæssige byrder i forbindelse hermed.

Modellen består af tre centrale kategorier af udledninger 1) Infrastruktur, 2) Brugeren og 3) Udvikling og drift



Infrastruktur



Brugeren



Udvikling og drift

*It-løsningens CO₂e-udledning = Infrastrukturens energiforbrug * emissionsfaktor + it-udstyrets indlejrede udledninger + brugerens energiforbrug i løsningen * emissionsfaktor + udledninger fra udvikling og drift*

Denne rapport gennemgår hver af modellens kategorier og giver en række brugbare tips til afgrænsning, datapunkter og andre væsentlige overvejelser i forbindelse med beregning af it-løsningers klimaaftryk. Det bemærkes, at området er nyt, komplekst og i hastig udvikling. Modellen er derfor udarbejdet, så den kan opdateres som følge af ny viden på området.

Foruden selve modellen præsenterer rapporten resultaterne af baselinemålinger for borger.dk og Digital Post, der er udregnet ved hjælp af modellen. Overordnet set kan der konkluderes ud fra baselinemålingerne, at borger.dk og Digital Post er

¹ "Informations- og kommunikationsteknologi" dækker bl.a. over mobil, tv, computere, software, internettet, 'Internet of Things', datacentre og mobilmaster.

² Freitag, C. & et al., 2021. The Climate Impact of ICT: A review of estimates, trends and regulations.

³ EU-Kommissionen: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/green-cloud> og https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_22_6229

⁴ Klima-, Energi og Forsyningsministeriet 2024: Klimastatus og -fremskrivning 2024, KF24_resultater_tal_bag_figurer, Fane 23

væsentligt mindre belastende for klimaet end deres analoge alternativer.

Herudover kan det konkluderes, at 1) udvikling og drift, altså aktiviteter i it-løsningernes organisatoriske værdikæde, udgør store dele af it-løsningens udledninger, 2) store dele af løsningernes udledninger i den tekniske værdikæde kommer fra infrastrukturen og brugernes pc'er, 3) data kan være en udfordring, når der beregnes klimaaftryk for en kompleks it-løsning grundet mængden af brugergrænseflader samt brugerens datarettigheder og andre dataetiske hensyn, 4) organisationerne har en væsentlig indflydelse på klimaaftrykket i deres anvendelse af it-løsningen.

På baggrund af erfaringerne fra projektet og andre aktiviteter i forbindelse med Digitaliseringsstyrelsens arbejde med digital grøn omstilling fremstiller rapporten 6 gode råd til grønnere it-løsninger:

1. Mobile first
2. Den korte brugerrejse er en grøn brugerrejse
3. Tænk energibesparende
4. Del ressourcerne
5. Ryd op!
6. Stil grønne krav, når du køber it-løsninger

Rådene flugter i vid udstrækning med andre væsentlige hensyn til it-løsninger, herunder økonomi og funktionalitet. Det er i denne forbindelse en selvstændig pointe, at hensyn til klimaet ofte går hånd i hånd med bedre og billigere løsninger.

Indledning

Digitalisering rummer et stort potentiale for den grønne omstilling, men digitaliseringen har også et væsentligt klimaaftryk i sig selv.

Digitalisering (IKT⁵) har i dag et energiforbrug, der er væsentligt højere end den samlede flyindustri.⁶ Frem mod 2030 forventes digitaliseringen at fordoble sit strømforbrug, så det i 2030 kommer til at udgøre ca. 13 pct. af det globale strømforbrug.⁷ I Danmark står særligt datacentre for en væsentlig og stigende del af digitaliseringens energiforbrug og forventes at stå for ca. 17 pct. af Danmarks samlede strømforbrug i 2030.⁸ Samtidig kræver nye teknologier som fx kunstig intelligens meget store mængder energi, hvilket forventeligt kun vil øge digitaliseringens energiforbrug. Derfor er det essentielt, at der stilles skarpt på it-løsningers energiforbrug og klimaaftryk, så digitalisering ikke ender med at blive en belastning frem for en gevinst for den grønne omstilling. Ligeledes er det vigtigt at kunne måle og sikre et effektivt energiforbrug, hvis vi fortsat ønsker, at der skal være energi nok til den fortsatte digitalisering af samfundet, herunder implementering af nye teknologier som fx kunstig intelligens.

Vores it-løsninger er andet og mere end noget, der ligger i "skyen". De kører på fysiske servere i datacentre, de udvikles og driftes, og de transmitteres til og benyttes af løsningernes brugere, hvilket i

Digitaliseringsstyrelsens tilfælde tæller både borgere, virksomheder og de offentligt ansatte, der bruger løsningerne i deres arbejde, fx sagsbehandlere. For hver løsning er der altså et komplekst økosystem af energikrævende og klimabelastende aktiviteter, der til sammen udgør løsningens klimaaftryk.

Det er helt centralt, at energibesparende indsatser, der har til hensigt at nedbringe klimaaftrykket og energiforbruget i it-løsninger, er målbare og evidensbaserede, så der kan prioriteres og sættes ind, hvor der er størst effekt. Derfor er der behov for at kunne måle it-løsningers energiforbrug og CO₂e-udledning. Det er imidlertid et nyt og komplekst område, og erfaringerne på området er få.

Digitaliseringsstyrelsen har derfor udarbejdet en model til beregning af it-løsningers klimaaftryk og brugt den til at beregne klimaaftrykket for borger.dk og Digital Post. Dette er en øvelse, der bundes i Digitaliseringsstyrelsens ønske om at få indblik i og begrænse egne it-løsningers klimaaftryk og en ambition om at inspirere og gøre det lettere for andre myndigheder og virksomheder at gøre det samme. Det har været et selvstændigt

⁵ "Informations- og kommunikationsteknologi" dækker bl.a. over mobil, tv, computere, software, internettet, 'Internet of Things', datacentre og mobilmaster.

⁶ Freitag, C. & et al., 2021. The Climate Impact of ICT: A review of estimates, trends and regulations.

⁷ EU-Kommissionen: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/green-cloud> og https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_22_6229

⁸ Klima-, Energi og Forsyningsministeriet 2024: Klimastatus og -fremskrivning 2024, KF24_resultater_tal_bag_figurer, Fane 23

formål, at modellen kan anvendes og lette administrative byrder i forbindelse med udarbejdelse af klimaregnskab og CSRD-afrapportering (egen og som underleverandør) for både offentlige organisationer og virksomheder, samt at anvendelsen af modellen ikke forudsætter specialistviden eller et uforholdsmæssigt stort ressourcetræk.

Denne rapport præsenterer derfor en praktisk model for beregning af it-løsningers årlige klimaafttryk, hvor hver enkelt delelement i modellen forklares, så I som myndighed eller virksomhed har mulighed for at afprøve og benytte modellen på egne løsninger.

Hernæst præsenteres de konkrete erfaringer og resultater fra beregningen af klimaafttrykket for borger.dk og Digital Post.

Afslutningsvist gives 6 gode råd til, hvordan vi gør it-løsninger grønnere.

Modellen for beregning af it-løsningers klimaafttryk er baseret på den tilgængelige viden og forskning inden for området på det givne tidspunkt for beregning af klimaafttrykket for borger.dk og Digital Post.

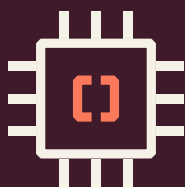
Om projektet

Digitaliseringsstyrelsen påbegyndte i 2024 et udviklingsprojekt med henblik på at måle klimaafttrykket for borger.dk og Digital Post, og derigennem udvikle en model til beregning af it-løsningers klimaafttryk.

Løsningerne er udvalgt, da de er blandt de mest anvendte it-løsninger i Danmark, og de hver især repræsenterer en bestemt type it-løsning hhv. hjemmeside/udstillingsvindue (borger.dk) og digital infrastruktur (Digital Post). Begge løsninger ejes af Digitaliseringsstyrelsen og har samme leverandør. Projektet er gennemført i samarbejde med leverandøren.

Model for beregning af it-løsningers klimaaftryk

Model for beregning af it-løsningers CO₂e-udledning



Infrastruktur



Brugeren



Udvikling og drift

It-løsningens CO₂e-udledning = Udledninger fra infrastruktur i CO₂e + brugernes CO₂e-udledning i anvendelsen af it-løsningen + udledninger fra udvikling og drift i CO₂e

For at udregne en it-løsningens årlige klimaaftryk bør man overordnet forholde sig til tre centrale dele af løsningens samlede udledning: 1) *Infrastrukturen*, altså det energiforbrug, der benyttes i datacentre for at holde it-løsningen kørende, 2) energiforbruget på devices (mobil, tablet, pc'er mv.) og transmission som følge af *brugernes* brug af it-løsningen og 3) det forbrug, der er forbundet med *udvikling og drift* af løsningen.

I de følgende afsnit gennemgås først overvejelser i forbindelse med modellens fokus og afgrænsninger og dens anvendelse i forbindelse med afrapportering. Herefter gennemgås hvilke delelementer, der vurderes væsentlige at have med for hver

af de overordnede dele i udregningen af en it-løsningens CO₂e-udledning listet ovenfor. Beregningsmodellen er baseret på GHG-protokollens standarder for rapportering og anvendes til at vurdere en it-løsningens årlige udledning.

Modellens fokus og afgrænsninger

Modellen er udarbejdet til at blive anvendt til brugerrettede it-løsninger, og derfor ikke løsninger, der primært styrer fysiske objekter (fx automatiseret produktion og logistik) eller indsamler målingsdata (fx sensorsystemer) – begge ofte benævnt Internet of Things (IoT).

Modellens fokus er først og fremmest at give organisationer et retvisende billede af en it-løsningens faktiske energiforbrug og klimaafttryk ud fra konkrete målinger i løsningens værdikæde, der bl.a. kan benyttes til at identificere relevante indsatsområder og afrapportere på relevant lovgivning.

Modellen medregner både den it-tekniske værdikæde og den organisatoriske værdikæde. Dermed adskiller modellen sig fra andre modeller for beregning af it-løsningers klimaafttryk, idet disse typisk kun fokuserer på den it-tekniske værdikæde og dermed overser klimaafttrykket fra de medarbejdere, der arbejder med løsningen.

CO₂e og emissionsfaktorer: Hvordan gøres klimaafttrykket for it-løsninger op?

Klimaafttrykket opgøres i ton CO₂e, altså den mængde drivhusgasser omregnet til CO₂, der udledes i forbindelse med udvikling og drift af it-løsningerne. I praksis indhentes en række forskelligartede datapunkter, herunder fx energiforbrug i kWh og indkøb i kroner, der omregnes til CO₂e ved hjælp af en såkaldt emissionsfaktor.

Emissionsfaktorer er den værdi, der definerer mængden af drivhusgas, der udledes i atmosfæren pr. enhed. Få hjælp til udregningen med brug af [Klimakompasset](#).

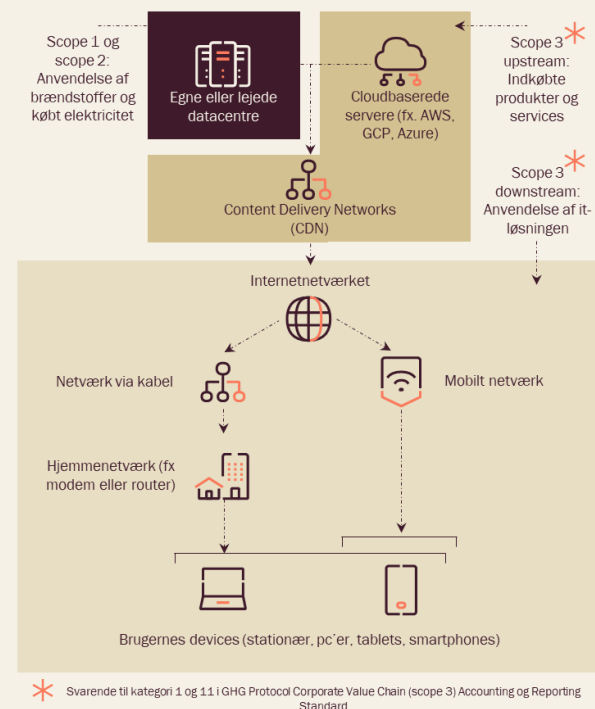
Hvordan omregnes kWh til CO₂e?

Download miljødeklarationen for el fra energinet.dk og find den relevante emissionsfaktor for g CO₂e/kWh ift. tidsperiode og landsdel/kommune. Herefter skal du gange det specifikke elforbrug i kWh med emissionsfaktoren for g CO₂e/kWh. Divider dette med 1.000.000 for at konvertere til ton CO₂e.

Hvordan omregnes indkøb af varer og tjenesteydelser til CO₂e?

Find emissionsfaktoren for den relevante indkøbskategori på [Klimakompasset](#). Herefter skal du gange det specifikke beløb anvendt i indkøbskategorien med emissionsfaktoren. Husk altid at sikre dig at konvertere fra den angivne måleenhed til ton CO₂e.

Figur 1: It-løsningers it-tekniske værdikæde



Figur 1 viser den it-tekniske værdikæde for brugerrettede it-løsninger i relation til GHG-protokollens scope 1, 2 og 3⁹. Derudover medregner nærværende model også klimaafttrykket fra de medarbejdere, der arbejder med løsningen – både i egen organisation og hos it-leverandøren. Den organisatoriske værdikæde er inkluderet for at give et mere holistisk billede af løsningen og en større grad af konformitet til de forskellige afrapporterings-sammenhænge, som modellen kan anvendes i.

I enhver opgørelse skal der foretages en række konkrete valg, ift. hvad der medregnes og ikke medregnes. I denne model har det været væsentligt at beslutte hvilke dele af it-løsningen, der tages med i udregningen. Derudover er det vigtigt at afgrænse værdikæden og måleperioden.

- **It-løsningens grænser.** Modellen medtager alle it-løsningens udledninger, som den ejende organisation er regnskabsmæssig ansvarlig for i GHG-protokollens scope 1, 2 og 3¹⁰. Det er

⁹ DIMPACT Methodology: <https://dimpact.org/downloadResourceFile?resource=2>

¹⁰ Jf. GHG-protokollen kan man være regnskabsmæssig ansvarlig for aktiviteter enten som følge af ejerskab eller kontrol:

dog væsentligt at afgrænse, hvor en it-løsning starter og slutter, da mange it-løsninger er integreret med andre systemer. Det kan i denne forbindelse være brugbart at kortlægge it-løsningen for helt konkret at tage stilling til, hvilke dele af en it-løsningens økosystem, der kan siges at ligge inden for it-løsningens grænser.

- **Værdikædeafgrænsning.** Modellen medtager de dele i værdikæden, der er meningsfulde og mulige at afrapportere på i forhold til den forventede andel af energiforbruget og tilgængelighed af data. For at fokusere på de væsentligste dele af it-løsningens klimaaftryk medtager modellen primært den løbende drift og videreudvikling af it-systemet. Modellen medtager også udledning fra produktion af it-udstyret i datacenteret (servere, storage mv.), grundet den forventede tyngde i ft. udledning.
- **Drift eller livscyklus?** I tråd med GHG-protokollen fokuserer modellen på it-løsningens klimaaftryk inden for et givent kalenderår, sådan som det også er praksis i udarbejdelsen af klimaregnskab. Det vil sige, at al løbende drift og videreudvikling medregnes – herunder større opdateringer af it-løsningen – i et pågældende år. Modellen adskiller sig dermed fra en traditionel livscyklusanalyse (LCA) og medtager ikke udledninger fra aktiviteter forbundet med it-løsningen, som er gennemført uden for det aktuelle kalenderår fx etablering eller nedlukning af it-løsningen – herunder analyse, udbud, udvikling inden idriftsættelsen, nedlukning, migrering af data, osv. Modellen adskiller sig også fra en analyse af udledninger fra et produkts brugsfase, da modellen medregner udledninger fra videreudvikling i det pågældende år. Særligt i forbindelse med opgørelse af AI-løsningers klimaaftryk kan det imidlertid være relevant at medtage klimaaftrykket fra træningen af de benyttede

modeller, idet denne fase formodes at udgøre en væsentlig del af det samlede klimaaftryk.

Brug af modellen til afrapportering

Udover at være udviklet til at give indsigt i it-løsningers klimaaftryk, som bl.a. kan benyttes til at kvalificere energieffektiviseringstiltag, er modellen udviklet til brug i forbindelse med forskellige typer afrapportering. Modellens transparente opbygning muliggør, at de forskellige delelementer af it-løsningens udledninger kan tilføjes eller fjernes afhængig af den afrapporteringsmæssige kontekst:

- **It-løsningens udledninger som egen organisations scope 1, 2 og 3 udledninger.** Som led i udarbejdelse af eget klimaregnskab og CSRD-afrapportering kan modellen bruges til at estimere organisationens udledninger fra it-løsninger, som organisationen anvender.
- **Andre organisationers scope 1, 2 og 3 klimaaftryk ved brug af it-løsningen.** Modellen kan også bruges til at estimere andre organisationers udledninger ved brug af en it-løsning, som ens egen organisation ejer. Beregningen af andre organisationers (kunders) andel af it-løsningens samlede udledninger beregnes på følgende vis:

$$\text{Kundens CO}_2\text{e-udledninger} = \text{it-løsningens samlede CO}_2\text{e-udledninger/enhed} * \text{kundens forbrug opgjort i enheder}^{11}$$

Definition af *enhed* vil variere, men opgøres mest meningsfuldt med brugen af aktivitetsdata opgjort på årsbasis fx antal brugere, betalinger, meddelelser, sidevisninger mv., som kan tilskrives kunden. Såfremt den aftagende organisations medarbejdere defineres som it-løsningens brugere, skal det sikres, at deres devices energiforbrug ikke tælles dobbelt.

<https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/ghg-protocol-revised.pdf>

¹¹ Bemærk at it-løsningens kunder og slutbrugere ikke er det samme, men at der ofte vil være et overlap.

Gennemgang af modellens delelementer

I de følgende afsnit gennemgås beregningsmetoder for modellens delelementer under overkategorierne 1) Infrastruktur, 2) Brugen og 3) Udvikling og drift. Udover selve metoden er der også listet nyttige informationer og tips i faktabokse, der fx kan guide processen omkring at finde de rigtige datapunkter.



Infrastruktur

It-løsninger driftes i datacentre, som består af en række infrastrukturkomponenter, der hver især har et væsentligt energiforbrug. Udregningen af CO₂e-udledninger i forbindelse med infrastrukturens energiforbrug bygger på den internationale standard "Software Carbon Intensity (SCI) specification"¹² og medtager tre overordnede komponenter hhv. a) it-udstyrets energiforbrug b) datacentrets overheadfunktioners energiforbrug, og c) it-udstyrets indlejrede udledninger¹³.



It-udstyrets energiforbrug



Overheadfunktioner



It-udstyrets indlejrede udledninger

CO₂e-udledning fra infrastrukturen beregnes således:

$$\text{Udledninger fra infrastruktur i CO}_2\text{e} = (\text{a. it-udstyrets energiforbrug i KWh} + \text{b. overheadfunktioners energiforbrug KWh}) * \text{emissionsfaktor} + \text{c. It-udstyrets indlejrede udledning.}$$

Hostes it-løsningen i flere datacentre bør ovenstående beregning for infrastrukturens udledninger anvendes for hvert datacenter, og herefter lægges resultaterne sammen.

Vær opmærksom på, at leverandørers opgørelse af energiforbrug i datacentre kan være klimakompenseret. Det kan være brugbart at efterspørge opgørelser med og uden for at få et nuanceret billede af det faktiske forbrug og eventuelle potentialer for optimering af it-løsningens energiforbrug.

a. It-udstyrets energiforbrug i kWh

It-udstyret står i gennemsnit for ca. 70 pct. af infrastrukturens energiforbrug i driftsfasen¹⁴ og udgør dermed størstedelen af infrastrukturens CO₂e-udledninger ved driften af it-løsninger. Helt overordnet udregnes it-løsningens træk på it-udstyret både direkte og indirekte. Det direkte forbrug er strømforbruget fra det it-udstyr, der bruges til at hoste softwaren, i særlig grad fysiske og virtuelle servere, storage og backup. Det indirekte energiforbrug

¹² ISO/IEC 21031:2024

¹³ Se også følgende lignende metoder: DIMPACT Methodology: <https://dimpact.org/downloadResourceFile?resource=2>, Cloud Carbon Footprint: <https://www.cloudcarbonfootprint.org/docs/methodology> og Chapter 4: ICT sector guidance for assessing GHG emissions of Cloud Computing and Data Center Services i International Telecommunications Union, (ITU-T). (2018). L.1450 Methodologies for the assessment of the environmental impact of the information and communications

technology sector. Geneva, Switzerland, 2018.

<https://ghgprotocol.org/sites/default/files/GHGP-ICTSG%20-%20ALL%20Chapters.pdf#page=142>

¹⁴ EU Kommissionen, 2020: Development of the EU Green Public Procurement (GPP) Criteria for Data Centres, Server Rooms and Cloud Services. Final Technical Report: <https://circabc.europa.eu/ui/group/44278090-3fae-4515-bcc2-44fd57c1d0d1/library/c9e3eeb0-8251-4e26-ab4c-d36f94344b6c/details>

dækker over de *shared services*, som driftsleverandøren har lagt på servere og løsninger for at kvalitetssikre og overvåge den samlede serverpark.

Hvordan bestemmes it-udstyrets energiforbrug?

Både det direkte og indirekte energiforbrug kan måles direkte på hardwaren samt aflæses ud fra det fakturerede forbrug fra datacenterleverandøren. Anvendes virtuelle servere og *shared services* skal der anvendes en metrik, som kan beskrive hvilken procentdel af it-udstyrets energiforbrug, som kan tilskrives it-løsningen. Det kunne fx være forholdet mellem antallet af virtuelle CPU'er, der er reserveret til softwaren og det samlede antal virtuelle CPU'er.

Som det anføres i modellen opgøres it-udstyrets energiforbrug i kWh, men nogle leverandører kan også levere data for løsningens CO₂e-udledning. Nogle datacenter- og cloud-leverandører kan fx have udregnet CO₂e-udledningen for anvendte datacentre, hvilket med brugen af en passende metrik kan bruges til at bestemme den konkrete it-løsnings andel heraf.

Det er i alle tilfælde væsentligt at spørge ind til udregningsmetoden, så man får et klart indblik i, hvad der er medregnet i leverandørens opgørelse af energiforbrug, hvad end det opgøres i kWh eller CO₂e. Vær opmærksom på, at hvis data er opgjort i CO₂e, skal der ikke skal ganges med en emissionsfaktor, da dette allerede er gjort fra leverandørens side.

b. Overheadfunktioners energiforbrug i kWh¹⁵

Datacenterets overheadfunktioner, herunder kølesystemer, back-up strømsystemer, netværk, sikkerhed mv., står for ca. 30 pct. af infrastrukturens energiforbrug i driftsfasen¹⁶.

Energiforbruget hertil beregnes individuelt for hvert anvendt datacenter med brug af det enkelte datacenters senest opgjorte PUE (Power Usage Effectiveness), som er en ratio for, hvor effektivt datacenteret forbruger sin energi på den samlede mængde af it-udstyr i forhold til det samlede overheadenergiforbrug. Et moderne datacenter vil typisk have en PUE mellem 1.2 og 1.5. PUE udregnes i henhold til EN 50600-4-2:2016¹⁷:

$$PUE = \frac{\text{Det totale energiforbrug for datacentret i kWh/datacentrets samlede energiforbrug på den samlede mængde it-udstyr i kWh}}{1}$$

Herefter ganges PUE med det specifikke it-udstyrs energiforbrug jf. punkt a for hvert datacenter:

$$\text{Overheadfunktionernes energiforbrug i kWh} = (PUE - 1) \times \text{it-udstyrets energiforbrug i kWh}$$

c. It-udstyrets indlejrede udledning i CO₂e

It-udstyret har indlejret CO₂e-udledning fra fremstilling, transport og bortskaffelse. Det vurderes, at 20-50 procent af it-udstyrets samlede klimaaftryk stammer herfra, hvorfor udledningen herfra er vigtig at medtage i udregningen¹⁸. It-løsningens indlejrede CO₂e-udledning består af både en tids- og en ressourceandel af it-udstyrets samlede indlejrede udledninger. Den tid, it-løsningen kører på it-udstyret, bestemmer dens tidsandel. Den procentdel af enheden, der er reserveret til den pågældende it-løsning i den givne periode, bestemmer it-systemets ressourceandel.

$$\text{It-løsningens indlejrede CO}_2\text{e-udledninger} = \text{Indlejret CO}_2\text{e-udledning fra anvendt it-udstyr} \times \text{tidsandel} \times \text{ressourceandel}$$

¹⁵ Modellen medtager udelukkende overheadfunktionernes strømforbrug og således ikke yderligere udledninger fra anvendelsen af diesel i datacenterets nødstrømsgeneratorer (står for under 1 pct. af datacenterets samlede energi) samt brugen af kølemidler (kølesystemerne er lukkede og udslip er sjældne).

¹⁶ EU Kommissionen, 2020: Development of the EU Green Public Procurement (GPP) Criteria for Data Centres, Server Rooms and Cloud Services. Final Technical Report:

<https://circabc.europa.eu/ui/group/44278090-3fae-4515-bcc2-44fd57c1d0d1/library/c9e3eeb0-8251-4e26-ab4c-d36f94344b6c/details>

¹⁷ <https://webshop.ds.dk/standard/M303759/ds-en-50600-4-2-2016>

¹⁸ Uptime Institute, 2023: "What does embedded carbon of IT really represent?" <https://journal.uptimeinstitute.com/what-does-embedded-carbon-of-it-really-represent/>

Datapunkter for indlejrede udledninger

Indlejret CO₂e-udledning fra anvendt it-udstyr er den samlede livscyklus CO₂e-udledning fra det it-udstyr, som anvendes til at hoste it-løsningen fraregnet CO₂e-udledning fra driftsfasen. Mængden af indlejret CO₂e for it-udstyr kan indhentes fra hardwareleverandøren.

Tidsandel er den andel af it-udstyrets samlede levetid, der er reserveret til brug af it-løsningen. Beregnes ved først at fastlægge, hvor meget af it-udstyrets indlejrede CO₂e-udledning, der afskrives årligt (it-udstyrets samlede indlejrede CO₂e-udledning/den forventede levetid). Herefter kan tidsandelen udregnes ved at gange den årlige afskrivning af indlejret CO₂e med den tid, som it-udstyret er reserveret til brug af it-løsningen. Bemærk at der i regnestykket højst kan indregnes ét års reservation, da den samlede udregning laves for et kalenderår.

Ressourceandel er it-løsningens andel af de samlede tilgængelige ressourcer, der er reserveret til it-løsningen. Bruges dedikeret it-udstyr, vil andelen være 100 pct., mens der med anvendelsen af delte ressourcer skal anvendes en ressourcefordelingsmetrik, der beskriver, hvor stor en andel af det fysiske udstyr, der bruges og er reserveret af it-løsningen fx procentdelen af de samlede virtuelle CPU'er, der er reserveret til it-løsningen.

Eksempel: Hvis enhedens indlejrede CO₂e-udledning fx. var 1000 kg CO₂e med en forventet levetid på fire år, og den var reserveret til brug i 1 år med en procentmæssig reservation af 50 procent ville regnestykket være $1000 \times 1/4 \times 1/2 = 125 \text{ kg CO}_2\text{e}$.



Brugeren

Brugerens udledninger stammer fra energiforbruget på de devices (mobil, tablet, pc, fjernsyn mv.), som brugeren anvender til at tilgå it-løsningen samt energiforbrug til transmission af data mellem devices og datacentre. Disse udledninger kategoriseres som scope 3 downstream ud-

ledninger, da de stammer fra brugerens anvendelse af organisationens produkter eller services. Afgrænsningen af, hvem brugerne af en it-løsning er, vil afhænge af en konkret vurdering i forhold til it-løsningens formål, målgruppe og anvendelse. I nogle it-løsninger vil brugeren forstås udelukkende som slutbrugeren, hvor andre it-løsninger vil have flere forskellige brugere. Fx kan it-løsninger have ét interface til en borger og ét interface til en sagsbehandler.



Energiforbrug i brugernes devices



Netværkstransmission

Brugernes udledninger i løsningen beregnes som nedenfor:

*Brugernes CO₂e-udledning i anvendelsen af it-løsningen = (a. energiforbrug i brugernes devices i kWh + b. Netværkstransmission for total antal besøg i kWh) * emissionsfaktor*

a. Energiforbrug i brugernes devices i kWh

Det estimeres, at op mod 60 pct. af det samlede klimaaftryk fra digitalisering kan tilskrives brugerdevices fx smartphones og computere.¹⁹ Derfor er det væsentligt at fastslå energiforbruget i forbindelse med anvendelse af smartphone, computere mv. til at tilgå it-løsningen. Energiforbruget i brugernes devices afhænger af, hvilken type device brugeren anvender til at tilgå it-løsningen, dennes energiforbrug, antallet af sessioner og længden på den gennemsnitlige session. Energiforbruget i brugernes devices beregnes ved først at opgøre det samlede energiforbrug for de forskellige typer anvendte devices og dernæst lægge disse sammen som følger:

*Energiforbrug i brugernes devices i kWh = devicetype 1 (antal sessioner * gennemsnitlig sessionslængde i timer * gennemsnitlig effekt for devicetype1 i kW) + devicetype 2 (-/-) + devicetype 3 (-/-)*

¹⁹ Freitag, C. & et al., 2021. The Climate Impact of ICT: A review of estimates, trends and regulations

Datapunkter for energiforbrug i brugernes devices

For at beregne hver anvendte devicetypes samlede energiforbrug skal følgende datapunkter anvendes:

Antal sessioner: Antallet af besøg for den specifikke devicetype i løsningen. Findes ved at segmentere det samlede antal besøg efter hvilken devicetype, der anvendes. Dette kan fx deles op i kategorierne; smartphones, tablets og computere.

Gennemsnitlig sessionslængde (timer): Hvor lang tid brugerne i gennemsnit anvender løsningen med de forskellige typer af devices. Udregning heraf vil være afhængig af hvilke aktivitetsdata, der er tilgængelige. Hvis der fx kun er data om den samlede besøgstid, kan denne fordeles ud på de enkelte devicetyper i forhold til fordelingen af devicetyper, som brugerne anvender til at tilgå løsningen jf. forrige punkt.

Gennemsnitlig effekt for devicetype: For at estimere energiforbruget i anvendte devices skal devicetypens effekt (kW) anvendes. Det anbefales, at der her anvendes officielle eller bredt anerkendte estimater fra forskning eller større undersøgelser.

b. Energiforbrug i netværkstransmission i kWh

Det estimeres, at ca. 25 pct. af det samlede klimaaftryk fra digitalisering, kan tilskrives transmission af data mellem datacentre og brugerdevices fx smartphone, computere²⁰, hvorfor det er væsentligt at fastslå it-løsningens udledninger herfra. Netværkstransmissionens energiforbrug stammer fra netværks- og routeraktivitet forbundet med brugernes brug af it-løsningen på forskellige devices, altså den energi det kræver at transmittere it-løsningens indhold mellem datacenter og device²¹. Som illustreret i tabel 1, indeholder transmissionsdelen for mobile devices (smartphone og tablets) i udgangspunktet energiforbruget på det generelle

netværk (mobil- og fastnetværk, operatørens øvrige udstyr mv.), mens transmissionsdelen for computere i udgangspunktet indeholder energiforbrug til både det generelle netværk og lokalt netværksudstyr fx router og netværksswitches. Beregningen af netværkstransmissions energiforbrug ligner i vid udstrækningen beregningen af energiforbruget i brugernes devices beskrevet ovenfor og foretages som følger:

$$\begin{aligned} \text{Energiforbrug i netværkstransmission i kWh} = & \\ & (\text{totale antal sessioner med mobile devices} * \\ & \text{energiforbrug i generelt netværk per session}) + \\ & (\text{totale antal sessioner med computere} * \\ & (\text{energiforbrug i generelt netværk per session} + \\ & \text{lokalt netværk per session})) \end{aligned}$$

Det siger forskningen om udledninger ifm. brugerdevices

Beregning af udledninger fra brugernes anvendelse af devices til at tilgå en it-løsning er noget af det, der er størst usikkerhed om, når det kommer udregning af it-løsningers klimaaftryk. I litteraturen er der på nuværende tidspunkt to overordnede tilgange, der baserer sig på hhv. tid anvendt i it-løsningen og mængden af data behandlet i it-løsningen. Førstnævnte – som er anvendt i nærværende model – bygger på en antagelse af, at devices og transmission bruger en stabil mængde strøm i forbindelse med anvendelse, hvilket betyder, at mængden af tid brugt i løsningen er afgørende for energiforbruget og dermed CO₂e-udledningerne i forbindelse hermed. Sidstnævnte bygger derimod på en antagelse om, at devices og transmission bruger markant mere strøm, når der hentes eller behandles data, hvilket betyder, at det er mængden af data, der behandles, der er afgørende.

Meget tyder på, at virkeligheden kunne være en kombination af de to tilgange, altså at både tiden anvendt i it-løsningen og mængden af data behandlet kan have en betydning for det reelle energiforbrug i forbindelse med brugernes anvendelse af it-løsninger.

²⁰ Freitag, C. & et al., 2021. The Climate Impact of ICT: A review of estimates, trends and regulations

²¹ Litteraturen på området kategoriserer normalvis routere som brugerdevices. For at øge anvendeligheden kategoriseres i de i nærværende model som en del af transmissionen.

Tabel 1. Energiforbrug pr. time fordelt på devices

Devices energiforbrug	Energiforbrug (watt pr. times anvendelse)	Transmissionstype ²²	Energiforbrug til transmission (watt pr. session)	Eksempel: Samlet energiforbrug for én bruger 1 time (kWh)
Smartphone ²³	3	Generelt netværk	5	0,006
Tablet ²⁴	5	Generelt netværk	5	0,01
PC ²⁵	68,5	Generelt netværk + privat router	10	0,0785



Udvikling og drift

Udvikling og drift dækker it-løsningens organisatoriske værdikæde og skal forstås i relation til de medarbejdere, der vedligeholder, drifter og videreudvikler it-løsningen. Udledningerne skal findes ved at gange det gennemsnitlige klimaaftryk per fuldtidsansat i organisationen (Full-time employee eller FTE) med antallet af årsværk, der indgår i drifts- og udviklingsaktiviteter.

Vær opmærksom på, at leverandørers opgørelse af deres klimaaftryk kan være klimakompenseret. Det kan være brugbart at efterspørge opgørelser med og uden for at få et nuanceret billede af det faktiske forbrug og eventuelle potentialer for optimering af udvikling og drift.



Leverandørens udledninger ifm. udvikling og drift



Egne udledninger ifm. udvikling og drift

Man bør medtage medarbejdere fra egen organisation og eventuelle leverandører, der arbejder med udvikling og drift af løsningen:

$$\text{CO}_2\text{e-udledning fra udvikling og drift} = (\text{Leverandørens gennemsnitlige CO}_2\text{e-udledning per FTE} \times \text{Antal årsværk}) + (\text{Egne gennemsnitlige CO}_2\text{e-udledning per FTE} \times \text{Antal årsværk})$$

²² <https://www.ericsson.com/4906b7/assets/local/reports-papers/consumerlab/reports/2020/background-calculations-to-true-and-false-report.pdf>

²³ Report: Carbon Trust, June 2021, "Carbon impact of video streaming" <https://www.carbontrust.com/our-work-and-impact/guides-reports-and-tools/carbon-impact-of-video-streaming>

²⁴ [The DIMPACT Methodology](#), 2022

²⁵ Gennemsnit for laptop og desktop jf. Singh et al., 2019: Residential Consumer Electronics Energy Consumption in the United States in 2017. Fraunhofer USA Center for Sustainable Energy Systems

Hvordan opgøres CO₂e-udledning pr. årsværk?

Den gennemsnitlige CO₂e-udledning pr. årsværk viser den gennemsnitlige drivhusgasudledning forbundet med én fuldtidsmedarbejders arbejde gennem et år. For at finde den gennemsnitlige CO₂e-udledning pr. årsværk divideres organisationens samlede årlige CO₂e-udledning med antal årsværk. I henhold til GHG-protokollen medregnes følgende i opgørelsen af organisationens samlede årlige CO₂e-udledning:

Scope 1: Direkte udledninger.

Brændstof til transport i virksomhedens køretøjer, opvarmning med egen varmekilde, kølemidler.

Scope 2: Indirekte energirelaterede udledninger. Elforbrug til arbejdspladsen, fjernvarme, køling.

Scope 3: Øvrige indirekte udledninger. Medarbejdertransport, it-udstyr og infrastruktur, indkøbte varer og services, affaldshåndtering, forretningsrejser

Udledninger, der ikke skal regnes med under *Udvikling og drift*

For at undgå, at dele af it-løsningens udledninger under "Udvikling og drift" medregnes flere gange, eller at der medregnes udledninger, som ikke er knyttet til it-løsningen, er det vigtigt i forhold til den isolerede beregning af klimaaftrykket fra it-løsningen at fratrække udledninger fra en række aktiviteter. Fælles for alle punkter nedenfor er, at de skal fraregnes fra organisationens samlede udledninger *inden* den gennemsnitlige CO₂e-udledning pr. årsværk udregnes.

Ikke relevante aktiviteter: Der bør udelukkende medregnes udledninger fra aktiviteter, der direkte eller indirekte er relateret til driften af it-løsningen. Udgifter til specifikke afgrænsede eksternt rettede aktiviteter og projekter, som ikke kan kategoriseres som generel drift, udvikling og understøttelse af medarbejdernes arbejde bør fratrækkes. Det kunne fx være udledninger specifikt forbundet med andre eksternt rettede it-løsninger, øvrige anlægsprojekter, kapitalgoder og lign., som ikke er direkte relateret til it-løsningen eller indirekte relateret til it-løsningen som fx understøttelse af medarbejderne gennem uddannelse, medarbejdergoder, it-understøttelse, inventar osv. Det vil altid bero på en konkret vurdering, hvilke udgifter, der skal fratrækkes.

Udledninger fra køb, udvikling og drift af it-systemet: For at undgå at udledninger forbundet med indkøb af selve it-løsningen hos leverandøren og de løbende drifts- og udviklingsomkostninger til leverandøren medregnes flere gange, fratrækkes disse fra organisationens samlede CO₂e-udledninger.

Udledninger fra infrastruktur: Udledninger forbundet med udgifter til køb og drift af infrastrukturen, som it-løsningen afvikles på, hører under "Infrastruktur" og skal derfor ikke medregnes under "Udvikling og drift". Optimalt fratrækkes udledninger fra infrastrukturrelaterede aktiviteter koblet til hhv. den konkrete it-løsning samt eventuelle øvrige ikke relevante it-løsninger jf. ovenstående. Dette forudsætter imidlertid, at det er muligt at adskille infrastrukturrelaterede udgifter til organisationens forskellige it-løsninger.

Klimaaftrykket for borger.dk og Digital Post

I det følgende beskrives først de to it-løsningers klimaaftryk, hvorefter centrale indsigter fra arbejdet beskrives bl.a. ift. afgrænsning af it-løsningerne og overvejelser om energieffektiviseringer. For begge løsninger er målingen af energiforbruget for både Infrastruktur og Brugeren foretaget med udgangspunkt i data fra 1. kvartal 2024, hvorefter resultaterne er ganget med fire for at få det årlige tal. 1. kvartal vurderes at være repræsentativt for hele året for begge løsninger²⁶.

Borger.dk i tal

Med udgangspunkt i modellen for it-løsningers klimaaftryk er der foretaget en baselinemåling af energiforbruget og klimaaftrykket for borger.dk for 2024. Målingen viser, at borger.dk bruger ca. 213.064 kWh strøm årligt, svarende til 47 hustandes årlige forbrug²⁷ og i alt udleder ca. 380 t CO₂e årligt, svarende til den årlige udledning for 29 borgere i Danmark.²⁸

Tabel 2. Estimeret årligt klimaaftryk for borger.dk i 2024²⁹

Borger.dk	kWh	Ton CO ₂ e uden klimakompensation	Ton CO ₂ e med klimakompensation
Infrastruktur			
Strømforbrug i to datacentre	17.154,76	0,77	-
Overheadfunktioner	8.148,51	0,37	-
It-udstyrets indlejrede udledninger	-	5,07	5,07
Brugeren			
Smartphones	10.439,19	0,77	0,77
Tablets	666,44	0,05	0,05
PC	138.677,87	10,26	10,26
Netværkstransmission	37.976,81	2,81	2,81
Udvikling og drift			
Leverandør	-	188,33	188,33
DIGST ³⁰	-	171,89	171,89
I alt	213.063,59	380,32	379,18

²⁶ Beregning af CO₂e udledning fra anvendt strøm er foretaget med brug af de foreløbige 2024 emissionsfaktorer fra Energinets miljødeklaration med brugen af 125 % metoden, som også anvendes i Klimakompasset. Konkret er der for "Brugeren" anvendt en emissionsfaktor, der er et simpelt gennemsnit af Øst- og Vestdanmark (0,000074 g CO₂e pr. kWh) og for "Infrastrukturen" anvendt emissionsfaktoren for Østdanmark (0,000045 g CO₂e pr. kWh) grundet anvendte datacentre er beliggende på Sjælland.

²⁷ Ifølge Energistyrelsen bruger den gennemsnitlige familie på 4 personer ca. 4.500 kWh strøm årligt

²⁸ Ifølge tænketanken Concito er den gennemsnitlige danskers årlige udledning 13 ton CO₂e <https://concito.dk/udgivelser/danmarks-globale-forbrugsudledninger>

²⁹ Som følge af afrundinger kan der være mindre afvigelser, når tallene i tabellen summer

³⁰ Digitaliseringsstyrelsen har ikke udarbejdet et klimaregnskab. Tallene for egen udvikling og drift er derfor baseret på tal fra Økonomistyrelsens klimaregnskab fra 2022.

Løsningen havde i 2024 111 mio. besøg, hvoraf den gennemsnitlige besøgstid var ca. 3 minutter og knap 2 ud af 3 af besøgene foregik via smartphone. Det gennemsnitlige besøg på borger.dk udledte ca. 3,43 g CO₂e og ses der udelukkende på den tekniske værdikæde var udledningen kun 0,14 g CO₂e pr. besøg. Til sammenligning udleder nyere benziner biler ca. 130 g CO₂e pr. kørte kilometer. Samlet set har den it-tekniske værdikæde for hele løsningen en årlig udledning svarende til 1,5 danskeres årlige udledning.

I betragtning af at borger.dk erstatter en række analoge services fx et besøg på borgerservice og samtidig er en fælles platform for hele den offentlige sektor er løsningens klimaaftryk – alt andet lige – lav. Den lave udledning skal formentlig ses i lyset af, at it-løsninger som borger.dk, dvs. en hjemmeside, der udstiller informationer, generelt set ikke anvender store mængder af strøm. It-løsninger, der

behandler, sender og/eller udstiller mere datatungt indhold, vil omvendt have et større energiforbrug. Hertil bemærkes det, at borger.dk igennem en årrække løbende er blevet optimeret og forbedret til et effektivt energiforbrug mhp. at sikre stabilitet i løsningen og en god brugeroplevelse. Samtidigt drives borger.dk i grønne datacentre som følge af grønne krav til infrastrukturen ifm. løsningens udbud.

Digital Post i tal

Med udgangspunkt i modellen for it-løsningers klimaaftryk er der foretaget en baselinemåling af energiforbruget og klimaaftrykket for Digital Post for 2024. Målingen viser, at Digital Post bruger ca. 355.905 kWh strøm årligt, svarende til 79 hustandes årlige forbrug og samlet set udleder ca. 1250 t CO₂e årligt, svarende til den årlige udledning for 96 borgere i Danmark³¹.

Tabel 3. Estimeret årligt klimaaftryk for Digital Post i 2024³²

Digital Post	Antal	kWh	Ton CO ₂ e uden klimakompensation	Ton CO ₂ e med klimakompensation
Infrastruktur				
Strømforbrug i to datacentre		225,928,80	22,91	-
Overheadfunktioner		107.316,18	10,88	-
It-udstyrets indlejrede udledninger		-	13,83	13,83
Brugeren				
Visningsklient		11.508,20	0,85	0,85
Digital Post app		3.701,14	0,27	0,27
Netværkstransmission for visningsklient		1.926,84	0,14	0,14
Netværkstransmission for app		5.524,09	0,41	0,41
SMS'er	123.123.300	-	0,12	0,12
Fysiske breve	383.144	-	11,00	11,00
Udvikling og drift				
Leverandør		-	930,92	930,92
DIGST ³³		-	258,24	258,24
I alt	-	355.905,24	1249,58	1215,78

³¹ Disse tal er uden klimakompensation. Trækkes dette fra udleder løsningen ca. 12165 ton CO₂e årligt.
³² Som følge af afrundinger kan der være mindre afvigelser, når tallene i tabellen summer

³³ Digitaliseringsstyrelsen har ikke udarbejdet et klimaregnskab. Tallene for egen udvikling og drift er derfor baseret på tal fra Økonomistyrelsens klimaregnskab fra 2022.

Den gennemsnitlige CO₂e-udledning for
afsendelsen af et digitalt brev har et klimaaftryk,
der er 110 gange mindre end et fysisk brev



0,26 g CO₂e



28,7 g CO₂e



Selvom Digital Post er en væsentlig mere kompleks løsning end borger.dk, er klimaaftrykket stadig relativt lavt, taget i betragtning af at der i 2024 blev afsendt ca. 230 mio. digitale breve. Et brev sendt via Digital Post udleder i gennemsnit 5,43 g CO₂e. Til sammenligning udleder et fysisk brev i gennemsnit 28,7 g CO₂e.³⁴ Et fysisk brev udleder altså ca. 5,3 gange så meget som et digitalt brev.

I realiteten er forskellen væsentligt større. Beregningen af et fysisk brev CO₂-udledning medtager formentligt udelukkende de direkte udledninger forbundet med transport og omdeling. Tallet for et digitalt brev medtager Digital Posts samlede udvikling og drift dvs. både den tekniske værdikæde og den organisatoriske værdikæde, herunder alle involverede medarbejders udledning. Fraregnes den organisatoriske værdikæde i Digital Post udleder et digitalt brev kun 0,26 g CO₂e, hvilket er ca. 110 gange mindre end et fysisk brev. Med udgangspunkt i disse tal sparer Digital Post årligt samfundet

for ca. 6.500 ton CO₂e ca. svarende til 500 danskeres årlige klimaaftryk.³⁵

Det har imidlertid været vigtigt for Digitaliseringsstyrelsen at følge GHG-protokollen og medtage alle væsentlige aktiviteter, der indgår i driften af Digital Post, når der opgøres den gennemsnitlige udledning for et digitalt brev, da it-løsningers klimaaftryk er meget mere end fx den enkelte afsendelse af et digitalt brev, som vist i denne rapport.

Den betydelige forskel på klimaaftrykket for et fysisk brev og et digitalt brev illustrerer de klimamæssige fordele ved at digitalisere analoge systemer. Foruden at levere en mere effektiv, brugervenlig og sikker kommunikation mellem borgere og det offentlige har Digital Post sparet det samlede offentlige klimaaftryk for mange ton CO₂e årligt.

³⁴ E-Boks UN Global Compact Communication on progress, 2023.
<https://corporate.e-boks.com/da/om-e-boks/samfundsansvar/>

³⁵ I beregningen indgår ikke de digitale visningsklienters klimaaftryk jf. afgrænsning nedenfor

Overvejelser ift. afgrænsning af borger.dk og Digital Post

Afgrænsning af it-løsningen er en central overvejelse for at beregne løsningens klimaaftryk. Nogle it-løsninger er imidlertid lettere at afgrænse end andre.

Borger.dk er på overfladen en relativ simpel it-løsning, der primært udgøres af hjemmesiden borger.dk, som består af hhv. en åben del, hvor myndigheder selv kan tilføje og redigere indhold manuelt og en lukket del – Mit Overblik –, hvor oplysninger fra en række registre og fagsystemer hentes automatisk bl.a. gennem it-infrastrukturkomponenten Orkestreringskomponenten. Orkestreringskomponenten og de medarbejdere, der arbejder med løsningen, medregnes imidlertid ikke i nærværende opgørelse. Foruden brugergrænsefladen, der møder borgeren, eksisterer der også et redaktionsmiljø, Sitecore, hvor redaktører kan tilføje, redigere og publicere indhold i form af artikler på hjemmesiden. Hertil eksisterer hjemmesiden borger.dk også i den engelsksprogede version LifeinDenmark.dk.

Digital Post er en mere kompleks løsning end borger.dk, bl.a. på grund af dets brugerlandskab. It-løsningen Digital Post er modsat borger.dk primært digital infrastruktur, der benyttes til at sende data fra et sted til et andet, hvilket ses ved at hovedparten af løsningens energiforbrug ligger i datacenteret. Hertil kommer løsningens egne visningsklienter på borger.dk og i Digital Post-appen, hvorfra borgerne kan tilgå deres indbakker. Løsningens egne visningsklienter håndterer imidlertid kun ca. 20 pct. af det samlede antal sessioner, hvor den kommercielle visningsklient e-Boks fortsat er den mest populære måde at tilgå sin digitale post. De kommercielle visningsklienter er ikke taget med i beregningerne, da disse hverken ejes eller driftes af Digitaliseringsstyrelsen. Videre er der en række øvrige særegne aktiviteter, som optimalt set medregnes i løsningens klimaaftryk. Disse tæller Rettighedsportalen, hvorfra sagsbehandlere fra de enkelte myndigheders adgang administreres samt udledninger forbundet med udsendelsen af SMS-adviseringer og fysiske breve, der udsendes i

forbindelse med driften af Digital Post. I nærværende udregning har det imidlertid ikke været muligt at medregne rettighedsportalens klimaaftryk grundet manglende data.

Hvad er de kommercielle visningsklienter?

Det er muligt at modtage digital post fra det offentlige i Digital Post-visningsklienten på borger.dk og i Digital Post-appen. Disse løsninger ejes og driftes af Digitaliseringsstyrelsen.

Det er også muligt at modtage sin post fra det offentlige i E-Boks og på Mit.dk. Disse kaldes de kommercielle visningsklienter, da de modsat de ovenstående løsninger ejes og driftes privat. Det er herudover også muligt at modtage post fra private aktører i de kommercielle visningsklienter.

Centrale indsigter fra baselinemålingen af borger.dk og Digital Post

1. Udvikling og drift, altså it-løsningernes organisatoriske værdikæde, udgør en væsentlig del af klimaaftrykket for begge løsninger.

Stabile, brugervenlige og effektive løsninger kræver omfattende udviklingsaktiviteter, bruger- og interesseinddragelse mv., hvilket indebærer, at et relativt stort antal medarbejdere arbejder med de to løsninger på daglig basis. Dette resulterer i, at klimaaftrykket i denne kategori udgør langt hovedparten af løsningernes samlede klimaaftryk.

En væsentlig pointe ift. borger.dk og Digital Post er imidlertid, at løsningerne er fællesoffentlige og dermed dækker hele den offentlige sektor. Alternativt skulle hver offentlige myndighed eller sektor have sin egen tilsvarende løsning med et dertilhørende antal medarbejdere, der også ville have et klimaaftryk. Selvom klimaaftrykket for "Udvikling og drift" umiddelbart virker højt for løsningerne, sparer de fællesoffentlige løsninger den offentlige digitale sektor for væsentlige udledninger ift. både digitale og analoge alternativer.

Såfremt man vil arbejde med at nedbringe klimaaftrykket i denne kategori, kan man ud over at have fokus på organisationens samlede klimaaftryk også

overveje den mest effektive organisatoriske værdikæde, hvilket fx kan indebære fælles løsninger eller at købe "off-the-shelf"-løsninger frem for selv at udvikle dem.

Endeligt bemærkes det, at tallene for "Udvikling og drift" kan variere meget på tværs af organisationer, som følge af forskellig praksis for udarbejdelse af klimaregnskab. Således kan to organisationer, der i realiteten har samme udledninger, fremstå som havende forskellige udledninger, fordi den ene organisation medtager flere aktiviteter fra GHG-protokollens scope 3 i deres klimaregnskab. Dette forhold vurderes at være den primære årsag til, at leverandøren af de to løsninger har et relativt højt klimaaftryk under "Udvikling og drift".

2. Store dele af løsningernes udledninger i den tekniske værdikæde kommer fra infrastrukturen og brugernes pc'er.

Infrastrukturen udgør en stor del af klimaaftrykket for begge løsninger. Under hensyntagen til bl.a. økonomi, driftsstabilitet og sikkerhed er det relevant for alle it-løsninger at sikre, at it-udstyret placeres i et energieffektivt datacenter (mindske overhead), brugen af it-udstyret optimeres ved at dele ressourcer, og at it-udstyrets levetid forlænges (mindske den årlige afskrivning af it-udstyrets indlejlrede CO₂-udledninger).

Under kategorien "Brugeren" ses det, at de brugere, der anvender pc'er til at tilgå løsningerne har et markant højere klimaaftryk end dem, som bruger mobile devices. Hovedparten af brugerne bruger mobile devices, men der vurderes fortsat at være et potentiale i at få flere til at tilgå løsningerne på mobile devices. Såfremt der kan skabes effektive, brugervenlige og inkluderende brugerrejser på mobile devices, ligger der et oplagt grønt potentiale her.

CO₂e-udledning pr. årsværk i målingerne

En central udfordring i forbindelse med fremskaffelse af væsentlige datapunkter har været at fremskaffe CO₂e-udledning pr. årsværk i Digitaliseringsstyrelsens egen udvikling og drift. Dette skyldes, at Digitaliseringsstyrelsen, i modsætning til løsningernes leverandør, ikke har udarbejdet et klimaregnskab, og derfor ikke har haft mulighed for at udregne CO₂e-udledning pr. årsværk for organisationen.

For at give et så retvisende resultat som muligt er der anvendt CO₂e-udledning pr. årsværk baseret på Økonomistyrelsens klimaregnskab fra 2022. Det vurderes, at Digitaliseringsstyrelsen i vid udstrækning har det samme klimaaftryk som Økonomistyrelsen bl.a. som følge af, at begge styrelser ligger på samme adresse, er tilnærmelsesvis ens i størrelse og opgaveportefølje, særligt når der tages forbehold for opmærksomhedspunkterne i faktaboks 6: *Udledninger, der ikke skal medregnes under "Udvikling og drift"*. Konkret har det været muligt at fraregne udledninger fra væsentlige "ikke relevante aktiviteter" i form af øvrige store eksternt rettede it-løsninger.

Det anbefales altid, at man benytter data fra egen organisation, såfremt de er tilgængelige. Imidlertid er det altså muligt at benytte lignende organisationers klimaregnskab, indtil organisationen har sit eget.

3. Data kan være en udfordring, når der udregnes klimaaftryk for en kompleks offentlig it-løsning.

For beregningen af klimaaftrykket for både borger.dk og Digital Post er tilgængelighed af data en udfordring, da løsningen er offentligt drevet, og data om brugerens adfærd derfor er begrænset af dataetiske hensyn og borgerens datarettigheder i henhold til GDPR.

Tilgængeligheden af data er yderligere udfordret for Digital Post, da løsningens mange brugergrænseflader betyder, at data skal hentes fra flere steder.

Herudover er nærværende rapport baseret på en indledende måling og afprøvning af den udarbejdede model til beregning af it-løsningers klimaaftryk. Undervejs i processen tydeliggjordes det, at hovedparten af de anvendte data var indsamlet til andre formål end opgørelsen af it-løsningernes

klimaafttryk. Det kan være værd at overveje, hvorvidt den tilgængelige data, indsamlet til andre formål, er tilstrækkelig for fremtidige målinger, eller om der i fremtiden skal indsamles særlige data for en mere præcis opgørelse af it-løsningens klimaafttryk. Derudover ligger der fortsat et arbejde med at afprøve modellen på flere it-løsninger mhp. at finpudse modellen.

4. Måden, hvorpå myndighederne anvender løsningerne, har en væsentlig betydning.

I forbindelse med afdækning af borger.dk og Digital Posts systemlandskab blev det tydeligt, at måden, hvorpå myndighederne anvender løsningerne kan have en væsentlig betydning for energiforbruget i løsningen og dermed dens klimaafttryk.

Borger.dk er en hjemmeside, hvor offentlige organisationer udstiller informationer til borgere. Organisationerne har ansvar for at redigere eget indhold på borger.dk. De billeder og infografikker, der ligger på borger.dk, kan have en betydning for, hvor meget energi der kræves for at åbne en side. Af den årsag styres publicering af billeder og infografikker centralt og efter klare retningslinjer, som skal sikre, at de ikke har en højere opløsning end det, der er nødvendigt.

I Digital Post er det muligt for myndighederne at afsende enkelte breve eller foretage en masseforsendelse. Det er betydeligt mindre energikrævende at afsende mange digitale breve på én gang frem for at udsende ét enkelt brev af gangen. Der kan være gode grunde til, at en myndighed vælger at sende et brev som enkeltforsendelse. Det kan være en hastesag eller lign., hvor det er vigtigt, at borgeren får besked snarest muligt. I andre tilfælde kan det omvendt give mening, at en myndighed sender en masse post én gang i døgnet. Det er op til den enkelte myndighed at vurdere hvilke typer post, der egner sig til masseforsendelser.

6 gode råd til grønnere it-løsninger

På baggrund af litteraturen på området³⁶ og Digitaliseringsstyrelsens erfaringer med digital grøn omstilling – herunder arbejdet med udvikling og anvendelse af model for udregning af it-løsningers klimaaftryk – fremstilles 6 gode råd til grønnere it-løsninger.

De gode råd flugter i vid udstrækning med en række andre hensyn, der typisk vægtes i arbejdet med it-løsninger, herunder brugervenlighed, effektiv drift og økonomi. De grønne gevinster ved følgende tilgange til udvikling og drift af it-løsninger bliver dog ofte overset. Altså er det en selvstændig pointe, at der er grønne gevinster ved brugervenlige og effektive it-løsninger.



1. Mobile first

It-løsninger bruger mindre strøm, jo mindre opsætning og skærm de kræver. Løsninger, der er optimeret til mobiltelefoner, har derfor typisk et væsentligt mindre energiforbrug end løsninger, der kun kan anvendes på computere. I tilfældet med både borger.dk og Digital Post er der væsentligt flere, der tilgår løsningerne på deres telefoner end andre devices. Dette tyder også på, at mange brugere foretrækker at tilgå sådanne løsninger på telefonen, når det er muligt.

Det kan derfor være smart at optimere it-løsninger til mobil i det omfang, det er meningsfuldt, da en optimeret løsning vil fordre en grønnere adfærd hos brugeren.



2. Den korte brugerrejse er en grøn brugerrejse

Gør du det nemt og hurtigt for dine brugere at nå deres gøremål i din it-løsning, bruger de mindre tid i din it-løsning, og dermed mindre strøm på deres device. Ligeledes vil færre klik betyde færre enkelte sider eller handlinger, der skal lades, hvilket også begrænser mængden af data, der skal transmitteres og behandles. Derfor er det ikke kun godt for din bruger, men også godt for klimaet at investere tid og ressourcer i den korte, gode og gennemtænkte brugerrejse.

Foruden at være mere klimavenlig i anvendelse og skabe større værdi for brugeren holder den gennemtænkte it-løsning også i længere tid. Dette betyder, at it-løsning også vil være grønnere på sigt, da den vil kræve mindre videreudvikling. Der er et stort klimaaftryk forbundet med at udvikle og videreudvikle it-løsninger, og det kan derfor godt betale sig at tænke langsigtet, når man udvikler – også for klimaets skyld. Bygges de rigtige it-løsninger på den bedst tænkelige måde fra starten, vil der alt andet lige blive brugt færre ressourcer på at lave den om på et senere tidspunkt.



3. Tænk energibesparende

Nogle elementer i en it-løsning er tunge end andre. Videoer og billeder i høj opløsning, animerede grafikker, autoplay, m.v. har et højt energiforbrug, da det kræver mere at behandle og transmittere. Det kan derfor være

³⁶ Se bl.a. publikationen "Grøn softwareudvikling og datahåndtering - Innovationsmuligheder for danske IKT-virksomheder" (2025) udgivet af Digital Lead i samarbejde med Teknologisk Institut: <https://digitallead.dk/files/Rapporter/Gr%C3%B8n%20Softwareudvikling%20og%20datah%C3%A5ndtering.pdf>

godt at tænke over, hvorvidt en særlig funktionalitet skaber værdi i din løsning. Ligeledes kan det være brugbart at tænke over, om de billeder, videoer eller lign., I benytter i jeres it-løsning, kan uploades i en lavere opløsning, uden at det kompromitterer brugeroplevelsen.

Foruden de energisparende tiltag, der kan foretages på overfladen af din it-løsning, kan de fleste it-løsningers kode også tilpasses, så de er mere energieffektive. Dette kan være alt fra, hvor store datamængder, der hentes, når en side loades, hvor hurtigt der foretages kald i en søgefunktion til, hvorvidt der lukkes ned for testmiljøer om natten.

Hvordan din it-løsning kan effektiviseres, afhænger af en konkret vurdering i forhold til løsningen og andre behov, såsom stabilitet og sikkerhed. Dertil skal det dog også nævnes, at en grønnere løsning i form af en mere energibesparende løsning, typisk er en mere økonomisk effektiv løsning.



4. Del ressourcerne

Selvom det kan føles trygt og sikkert med dedikeret it-udstyr fx servere til jeres it-løsning, er det ofte forbundet med unødigt ressourcespild. Dedikerede servere udnyttes meget sjældent optimalt og er typisk dimensioneret ud fra det forventede peak-behov, altså den serverkapacitet, der kræves, når flest muligt antal brugere tilgår den. Ved i stedet at bygge løsningen i et fleksibelt driftsmiljø fx cloud og virtuelle servere opnås en væsentlig mere ressourceeffektiv drift. Derudover kan det fx overvejes at køre ikke tidskritiske opgaver om natten, i weekenden eller når der er meget grøn strøm i el-nettet. Spidsbelastningsperioder kan også håndteres mere ressourceeffektivt med brugen af kø-værktøjer og andre måder at fordele belastningen mere jævnt fx ved en gradvis tilgængeliggørelse af funktionaliteter eller informationer til brugerne.

Det vil altid bero på en selvstændig vurdering af it-løsningens kritikalitet og andre hensyn i hvilken

grad det er meningsfuldt at justere serverkapaciteten.



5. Ryd op!

I udvikling og drift af it-systemer er der sjældent fokus på at "rydde op" i datamængder, udviklingsmiljøer osv. Der kan være en form for berøringsangst, hvor det føles lettere og mere sikkert at købe mere lagerplads eller serverkapacitet end at tage stilling til, hvad der skal gemmes, slettes eller flyttes. Samtidigt er der typisk ikke umiddelbare negative konsekvenser ved at lade stå til, hvilket også medvirker til, at en grundig oprydning ikke bliver prioriteret. Der er imidlertid et stort potentiale i systematisk at gennemgå sine systemer og data med det formål at rydde op. Særligt hvis man tager det i betragtning, at man udover at mindske klimaaftrykket også kan mindske udgifter til servere og lagring.



6. Stil grønne krav, når du køber it-løsninger

Foruden at tænke over grønne tiltag i din egen udvikling kan det gøre en stor forskel at stille grønne indkøbskrav i dine it-udbud, også fordi mange af ovenstående råd sikres ved at gøre dem til krav i jeres udbud. Grønne krav til den fysiske infrastruktur, fx hvorvidt datacenteret er energieffektivt, anvender grøn strøm mv., er imidlertid særligt brugbare, fordi de er standardiserede og markedskonforme. Anvendelsen af sådanne krav mindsker derfor kompleksitet og byrder for både ordre- og tilbudsgiver, da markedet allerede er vant til at møde dem i udbud. Og så er der ikke mindst et væsentligt potentiale i at stille grønne krav til anvendte datacentre. I lyset af, at datacentre forventes at stå for ca. 17 pct. af Danmarks samlede strømforbrug i 2030³⁷, kan selv små energieffektiviseringer, have en stor klimateffekt. I rapporten [Køb grønt når du køber it](#) kan du læse mere om, hvordan du kan komme godt i gang med at stille grønne krav til anvendte datacentre.

³⁷ Klima-, Energi og Forsyningsministeriet 2024: Klimastatus og -fremskrivning 2024, KF24_resultater_tal_bag_figurer, Fane 23

