

Klimaaftryk i Spilbranchen

Projekt: Analyse af klimaaftrykket i spilbranchen
Dato: 31.08.2022
Til: Vision Denmark

1 Introduktion

Der er tidligere foretaget en analyse af klimaaftrykket for den danske film- og tv-branche. Analysen har været med til at give en fælles forståelse i branchen af, hvor de største klimagasudledninger finder sted. Det har været et godt udgangspunkt for branchen til at arbejde videre med tiltag og værktøjer, som kan hjælpe med at reducere medlemmernes klimagasudledning.

Formålet med dette notat er at give en indledende analyse af klimaaftrykket i den danske spilbranche. Det skal være et udgangspunkt til at diskutere hvilke initiativer, der er nødvendige for at branchens medlemmer kan udarbejde realistiske klimaregnskaber og levere reelle reduktioner. Notatet vil give et overblik over de primære klimabelastende aktiviteter i branchen med fokus på klimaaftrykket fra datatrafik. Desuden præsenteres to klimaregnskaber beregnet for hhv. en mobilspilsvirksomhed og en virksomhed der primært udvikler spil til PC og spillekonsol.

Links til relevante ressourcer og videre læsning kan findes i kapitel 8.

Hvad er spilbranchen?

Spilbranchen i Danmark omfatter en lang række virksomheder af forskellig størrelse, som arbejder med spiludvikling til diverse platforme (mobil, spillekonsol og PC) samt deres underleverandører.

2 Hvordan beregnes en virksomheds klimaaftryk?

Virksomheder arbejder i stigende omfang med målsætninger og strategier for at reducere deres klimaaftryk. Udgangspunktet for at opnå effektive CO₂-reduktioner er at foretage en kortlægning, som kan identificere og kvantificere de mest CO₂-intensive områder. Her vælger mange virksomheder at tage udgangspunkt i et virksomhedsregnskab, som opgør CO₂-udledningen for alle virksomhedens aktiviteter typisk for en afgrænset periode (typisk kalender- eller regnskabsår).

Historisk har klimaregnskaber primært omfattet de aktiviteter der ligger 'inden for hegnet' også kaldet scope 1 og 2. Det kan eksempelvis være CO₂-udledninger forbundet med virksomhedens energiforbrug i form af el og varme eller brændstof til maskiner og køretøjer. Analyser viser dog, at indirekte udledninger fra hele virksomhedens værdikæde, også kaldet scope 3, ofte er større end både scope 1 og 2 tilsammen¹. De fleste virksomheder i dag inkluderer derfor både scope 1, 2 og 3 i deres regnskaber.

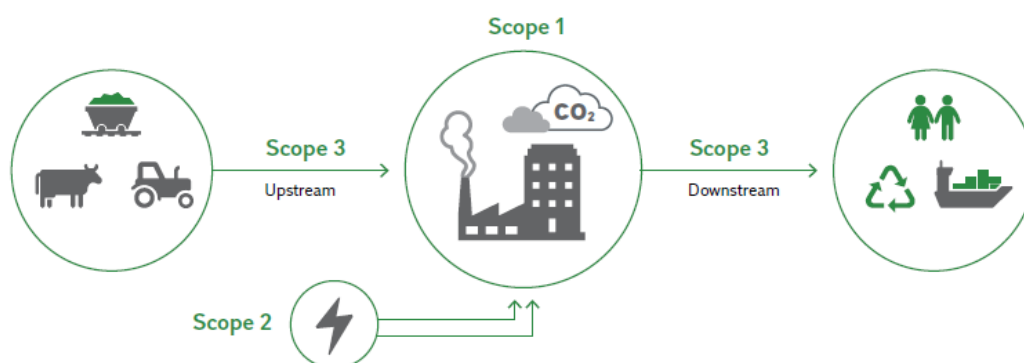
Den gængse standard for virksomhedsregnskaber er *Greenhouse Gas Protocol – Corporate standard*². *Greenhouse Gas Protocol* omfatter en lang række retningslinjer for afgrænsning og metodevalg, der skal tages hensyn til ved udarbejdelse af virksomhedens klimaregnskab. Et konsistent metodegrundlag, som Greenhouse Gas Protocol, skaber troværdighed omkring virksomhedernes klimaregnskaber og deres målsætninger. Derudover er fordelen at man nemmere kan sammenligne virksomheder imellem og undgå dobbelttælling.

2.1 Definitioner af scopes:

Scope 1 udledninger stammer fra driftsaktiviteter i virksomheden, for eksempel fra forbrænding af brændsler forbundet med fremstilling af materialer og produkter og fra transport af materialer, produkter m.v. i egen transportflåde.

Scope 2 udledninger stammer fra produktion af el, fjernvarme og køling, som virksomheden køber og forbruger fra forsyningsnetværket, for eksempel elektricitet til belysning og IT-udstyr og fjernvarme til opvarmning af bygninger.

Scope 3 udledninger stammer fra den del af virksomhedens driftsaktiviteter, som den ikke selv ejer eller har kontrol over, for eksempel upstream-udledninger fra fremstilling af de produkter og services som indkøbes. Downstream-udledninger relaterer til den videre distribution og brugsfase af virksomhedens produkter. Det omfatter eksempelvis energiforbruget til et køleskab, hvis virksomheden producerer dette. Typisk fokuseres der mest på opstrømsudledninger, da det er her virksomheden har mest kontrol, hvor nedstrømsaktiviteter for det meste er helt ude af virksomheden hænder.



Figur 1 Overblik over Scope 1, 2 og 3. Kilde: GHG Protocol Corporate Standard³

¹ <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aae19a>

² <https://ghgprotocol.org/corporate-standard>

³ <https://ghgprotocol.org/corporate-standard>

2.2 Målsætninger

Et klimaregnskab i sig selv er ikke et udtryk for at en virksomhed reducerer sin udledning. Det er derfor vigtigt at udarbejde en strategi for at reducere sine udledninger i hele værdikæden. Første skridt i enhver klimastrategi, udover klimaregnskabet, er at sætte en realistisk reduktionsmålsætning.

Science-Based Targets Initiative (SBTi)⁴ er et bredt FN-samarbejde, der definerer en klar vej for den enkelte virksomhed, så reduktionstiltag baseres på klimavidenskabelige anbefalinger samt reduktion efter Paris-aftalens mål om at begrænse den globale gennemsnitlige temperaturstigning til under 1,5°C.

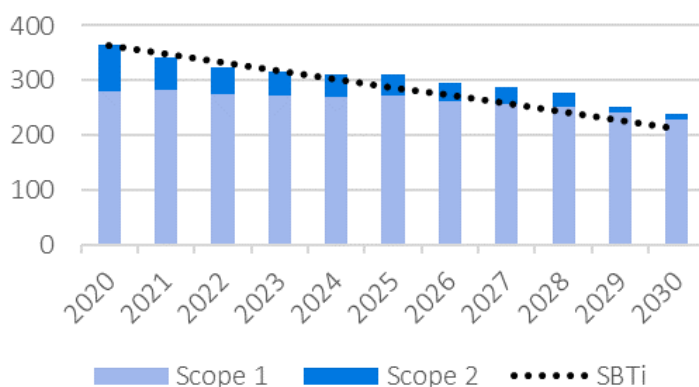
SBTi anviser således konkrete reduktionsmål for en dekarbonisering af økonomien frem mod 2030 og 2050 efter 1,5°C forpligtelsen, alt efter metodiske valg.

Via SBTi kan en virksomhed anvende forskellige metoder for at kvantificere reduktionsmål mod en fuld dekarbonisering af økonomien samt en målsætning om at holde det globale gennemsnitlige temperaturstigninger under 1,5°C indenfor dette århundrede, hhv.:

- **Absolute Emission Contraction (AEC)** metode, der anviser absolutte reduktionsmål inden 2030 i absolutte termer.
- **Sectoral Decarbonisation (SDA)** metode, der anviser relative reduktionsmål med hensyn til en emission per produkt.
- **Economic Intensity Contraction (EIC)** metode, der anviser relative reduktionsmål med hensyn til en emission per øget vækstenhed, som kroner og ører.

Virksomheder defineret som SMV'er ifølge SBTi er påkrævet at følge AEC metoden. SBTi definerer SMV'er som en virksomhed med under 500 ansatte uafhængig af økonomisk omsætning. Det vurderes at alle spilvirksomheder i Danmark falder ind under SMV-definitionen.

Ifølge SBTi reduktionsvej for SMV'er forpligtiger 1,5°C målsætningen SMV'er til 38% absolut reduktion af CO₂-udledningen i Scope 1 og 2 i 2030, sammenlignet med 2021. For SMV'er er der ikke et konkret reduktionsmål for scope 3, men monitorering og reduktion af Scope 3 (absolut eller relativ) er en forudsætning for SBTi.



Figur 2 Eksempel på reduktionssti for en virksomhed jf. SBTi's krav for SMV'er.

⁴ <https://sciencebasedtargets.org/>

2.3 Værktøjer til beregning af virksomheders klimaaftryk

Det kan være en vanskelig opgave at lave et klimaregnskab for sin virksomhed og kræver mange interne ressourcer eller ekstern konsulentbistand. Erhvervsstyrelsen har dog udviklet et værktøj, Klimakompasset⁵, der skal gøre processen nemmere for den enkelte virksomhed.

Klimakompasset er online og gratis og kræver kun login med et virksomheds-nemid.



Klimakompasset bygger på den internationalt anerkendte Greenhouse Gas-protokol og kan beregne udledningerne i både scope 1, 2 og 3. For Downstream scope 3 har Klimakompasset begrænset anvendelighed og det vil i de fleste tilfælde kræve en sideberegning med specifikke data og faktorer. For scope 1, 2 og Upstream scope 3 kan de fleste virksomheder få lavet et fornuftigt klimaregnskab.

Klimakompasset indeholder en lang række emissionsfaktorer, som automatisk bliver opdateret da værktøjet ligger online. Det omfatter dog kun på nuværende tidspunkt danske faktorer, så hvis en virksomhed f.eks. har udenlandske kontorer, så skal der indhentes specifikke faktorer.

Der er udførlige vejledninger til indtastning af data og det kan derfor gøres af de fleste. Det anbefales at få sit regnskab 3. parts verificeret, hvis man skal certificeres under SBTi eller lignende.

Støttemulighed

For SMV'er der er nye inden for grøn omstilling og har en ambition om at gøre virksomheden mere grøn, findes der forskellige støttemuligheder i Danmark. Det kan være støtte til udvikling af en grønne forretningsmulighed, indkøb af udstyr samt kompetenceudvikling. Støtteprogrammet hedder SMV:Grøn og ansøgningsprocessen foregår igennem de regionale erhvervshuse og der gives op til 50.000 kr. i støtte.

Ansøgningsrunder åbner løbende og man skal derfor orientere sig på deres hjemmeside, for at se hvornår næste runde åbner⁶.

SMV:Grøn definerer SMV'er efter EU's definition, hvilket er forskellig for SBTi's definition.

⁵ <https://klimakompasset.dk/klimakompasset/>

⁶ <https://virksomhedsprogrammet.dk/content/tydelser/smvgroen-voucher-1/b14a7dc3-55c3-452b-8fab-a41f1213d307/>

3 Aktiviteter i en spilvirksomhed

Dette afsnit giver en introduktion til generelle karakteristika for en typisk spilvirksomhed og giver herefter et overblik over de aktiviteter i en spilproduktion, der er mest relevante for opgørelsen af en spilvirksomheds klimaaftryk. Overblikket bygger primært på interviews med to spilvirksomheder for hhv. konsol/PC-spil og mobilspil. Der skelnes ikke imellem hvilken spiltype en virksomhed producerer, men der beskrives et generelt billede af en spilvirksomhed. Steder hvor der forekommer markante forskelle, vil blive beskrevet. Aktiviteterne vil blive kategoriseret efter scope 1, 2 og 3 jf. figur 1.

3.1 Generelle karakteristika for en typisk spilvirksomhed og spilproduktion

Spilvirksomheder i Danmark er typisk små eller mellemstore virksomheder (SMV'er) med få lokationer placeret både i ind- og udland.

Virksomhederne fremstår meget 'klassiske' i den forstand at de primært har fastansatte medarbejdere med brug af få freelancere. Dertil foregår det meste arbejde i et traditionelt kontormiljø på desktop og bærbare computere med frokostordning, møder og forretningsrejser. Langt det meste arbejde foregår elektronisk og der benyttes i begrænset omfang fysiske modeller eller motion capture, der giver behov for specialudstyr og materialer.

Spil udviklet til konsol og PC er typisk mere avancerede end mobilspil. De har bedre grafik og mere avanceret gameplay, hvilket kræver 'tungere' hardware hos udviklerne, som har et relativt højt strømforbrug i forhold til standardudstyr. I modsætning kan mobilspiludvikling gøres på mere almindeligt udstyr med tilsvarende lavere strømforbrug.

Der gøres brug både af interne og eksterne servere/cloudtjenester. Interne servere benyttes primært under spiludviklingsprocessen og står lokalt på adressen. Disse kan eksempelvis også være opbygget af gamle bærbare- og desktopcomputere. Når det endelige spil er i drift og spilles af brugerne, benyttes der primært eksterne servere eller cloudtjenester. Det er både til logning af spil/brugerdata, men også for multiplayer-spil, hvor der skal udveksles data mellem de forskellige spillere. Cloudtjenesterne foretrækkes, da geografisk nærhed til brugerne er vigtigt ift. performance og de har en kapacitet til hurtigt at skalere op og ned ift. efterspørgsel. Her benyttes i høj grad de store udbydere på markedet som f.eks. Microsoft, Amazon og Google.

Spilmarkedet er globalt og brugerne befinder sig i hele verden. Den geografiske fordeling er meget afhængig af spiltype og genre.

Færdige spil udgives både digitalt og på fysiske discs (mobilspil udelukkende digitalt). Digital udgivelse afhænger af hvilken platform spillet spilles på. F.eks. udgives spil til Playstation på Playstation Store og spil til PC kan eksempelvis udgives på Steam. Samme spil udgives typisk på flere platforme. Mobilspil udgives kun digitalt og downloades direkte på smartphone eller tablet via f.eks. Appstore eller Google Play. Når spillet udgives digitalt, er det vigtigt at bemærke at de ligger på udbydernes servere, hvilket er udenfor kontrol af spiludviklerne. Salg af spil på fysiske discs er i tilbagegang og udgør en mindre, men dog stadig væsentlig markedsandel globalt ift. det digitale salg. Andelen af salget fra fysiske discs varierer geografisk og afhænger derfor af hvor det enkelte spil er populært.

Størrelsen på det enkelte spil kan variere meget. For konsol og PC-spil ligger størrelsen typisk imellem 50 og 100 GB data. Hertil kommer jævnlige spilopdateringer. For mobilspil er det langt mindre og ligger typisk mellem 100 og 500 MB. Hertil kommer mobilspil, der integreres i andre apps som f.eks. snapchat – de fylder kun et par MB.

I modsætning til mange andre brancher har spilvirksomhederne et stort kendskab til deres brugere og hvordan de bruger deres solgte produkt. For andre virksomheder er produktet typisk ude af hænderne,

så snart det har forladt virksomheden. Det er i spilvirksomhedernes interesse at indsamle data om deres brugeres færden, for at identificere eventuelle bugs og lignende, som de kan forbedre i en opdatering eller i næste spil. Indsamlet data omfatter, som minimum, hvor brugerne befinder sig geografisk, hvor mange gange de spiller spillet, hvor længe de spiller ad gangen og eventuelt hvilken platform de spiller på. Dertil indsamles også typisk en masse data over, hvad brugeren foretager sig i selve spillet.

3.2 Scope 1

Det er begrænset hvad der er at finde af aktiviteter i scope 1 for spilvirksomheder. Det er typisk fremstillingsvirksomheder med behov for procesenergi, der har store udledninger i scope 1. For spilvirksomheder vil det kun omfatte brug af olie eller naturgas til opvarmning af kontorarealer samt brændstofforbrug til egne biler. Begge dele vurderes at forekomme sjældent og i begrænset omfang.

3.3 Scope 2

Scope 2 omfatter forbrug af el og fjernvarme i virksomheden. Fjernvarme benyttes til opvarmning af kontorarealer og el til belysning, computerudstyr og servere. Jo tungere hardware der benyttes, jo højere vil strømforbruget være. F.eks. har en desktop PC med to skærme en gennemsnitlig effekt på 300-400 watt under brug, hvor en bærbar computer har mellem 50-100 watt – altså godt ¼ lavere.

I Danmark er produktion af el og fjernvarme relativt grøn og går mod nul-udledning frem mod 2030, så udledningen herfra vil reduceres 'af sig selv'.

3.4 Scope 3 - upstream

Upstream scope 3 er indirekte udledninger fra værdikæden af alle indkøbte produkter og services. For spilvirksomheder omfatter dette indkøb af IT-udstyr (skærme, computere, printere), kontorartikler (papir, skriveredskaber), møbler og inventar (borde, stole, lamper), forplejning (frokostordning) og rengøring. Det omfatter også andre tjenesteydelser som f.eks. bank, forsikring og håndværkere.

Herudover inkluderes også forretningsrejser med egen bil, offentlig transport og fly samt transport af indkøbte varer og services. Udledninger fra medarbejdernes pendling ligger også i denne kategori.

3.5 Scope 3 – downstream

Downstream scope 3 er de aktiviteter der ligger i værdikæden efter at virksomheden har færdigudviklet sit produkt og det bliver videredistribueret, solgt og brugt hos kunden. Heri ligger også udledninger relateret til bortskaffelse af affald mv. fra de indkøbte varer og services.

Dette er ofte et område virksomheder afgrænser sig fra, da man typisk ikke har data over hvad der sker med ens produkter og det samtidig er vanskeligt at påvirke for virksomheden. Spilbranchen er dog anderledes, da virksomhederne typisk har særdeles gode data over deres brugere. Beregningerne viser også at det er her de største udledninger ligger (se senere afsnit over resultater). Der vil være forskellige værdikæder alt efter om spillet bliver solgt på fysiske discs eller via download. Salg på fysiske discs er ikke relevante for mobilspilsvirksomheder.

Distribution – fysiske discs

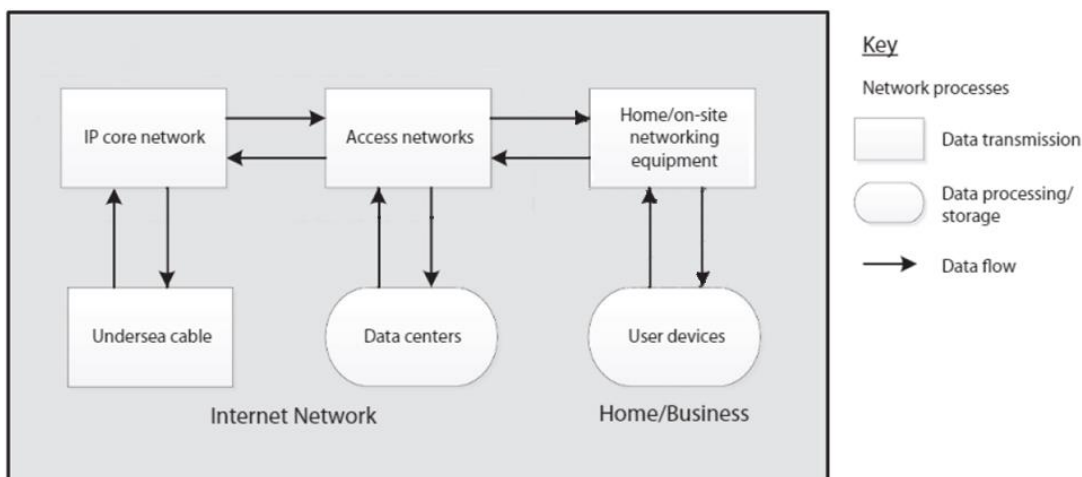
Når spillet er færdigudviklet, sendes softwaren til discproducenten, hvor indholdet bliver printet på en Blu-Ray disc. Ved meget store spil (>50GB) printes det typisk på to discs. Spillet indsættes i et plasticcover og transporteres til en forhandler. Spillet købes derfra enten fysisk i butikken eller fragtes med pakkepost. Her forekommer energiforbrug til udvinding af råmateriale (plastik), produktion af disc og transport.

Spillet kan i modsætning til download recirkuleres på brugtmarkedet og derved genbruges.

Distribution - download

Det færdigudviklede spil uploades til en server som ejes og kontrolleres af den respektive udbyder, eksempelvis Appstore, PS-Store eller Google Play. Brugeren tilgår onlinebutikken via sit device (PC, konsol el. mobil) og starter download fra serveren, hvorfra datatrafikken sendes gennem netværket, via brugerens router til det enkelte device. Alle led i kæden kræver et elforbrug.

Figur 3 viser et mere detaljeret diagram over hvordan internettets infrastruktur er opbygget - fra datacentret til den enkelte bruger.



Figur 3 Diagram over netværksinfrastrukturen. Kilde: Aslan 2020⁷

Definitionen af delsystemerne:

Delsystem	Beskrivelse
Datacenter	Bygning som indeholder netværksservere, hvor data lagres og udveksles. Kræver strømforbrug til drift af servere og køling.
Undersea cable	Lyslederkabler der forbinder kontinenter og transporterer datatrafikken. Kræver strømforbrug til at forstærke signalet og placeres f.eks. for hver 100 km.
IP core network	Regionalt datanetværk som består af en række servere og routere og administreres af en <i>Internet Service Provider (ISP)</i> . Skal opfattes som et transmissionsnetværk for datatrafik, som er forbundet globalt og forbundet til mindre distributionsnetværk (<i>Access network</i>)
Access network	Mindre distributions netværk der forbinder ISP med de enkelte brugere via routere og kabler mv.
Home/on-site networking equipment	Udstyr der giver adgang til netværket, som f.eks. en router eller modem.
User devices	Devices der kan forbindes til en router eller modem, som f.eks. PC, konsol eller mobiltelefon.

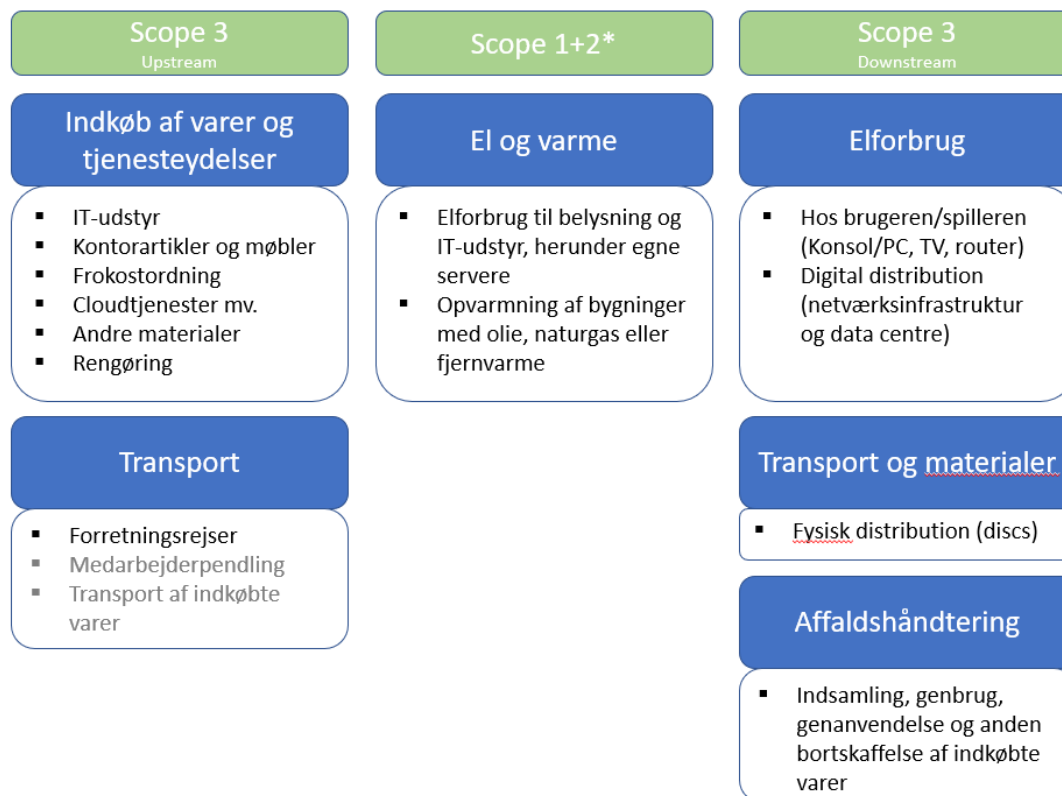
Brugsfase (gaming)

Elforbrug forbundet med brugen af spillet foregår primært på følgende hardware-sammensætninger:

- Konsol + tv
- Stationær PC + skærm(e)
- Bærbar computer

⁷ Aslan 2020: Climate Change Implications of Gaming Products and Services. University of Surrey.

- Mobiltelefon
- Tablet



*Scope 3 udledninger fra brug af el og varme inkluderes her for simplificering.

Figur 4. Oversigt over relevante aktiviteter for en spilvirksomhed

Metodemæssige fortolkninger

Når det handler om digitale produkter er der rum for fortolkning i GHG-protokollen, især når det kommer til opgørelsen for downstream scope 3. Definitioner og metodevalg er mere klare for fysiske produkter.

For downstream scope 3 er det kun obligatorisk i brugsfasen af produktet at medregne udledninger relateret til direkte energiforbrug – alle indirekte udledninger er valgfrie⁸. Dette vil derfor kun gælde for energiforbrugende produkter som f.eks. køleskabe, vaskemaskine mv. Det vil derfor kunne argumenteres at computerspil ikke er energiforbrugende produkt, da det i sig selv ikke bruger energi, men det er i stedet PC'en, spillekonsollen eller mobiltelefonen, der bruger energi. Omvendt er spillet jo også ubrugeligt uden en spillekonsol eller mobiltelefon. Det anbefales derfor at definere et digitalt produkt som energiforbrugende og derved obligatorisk at inkludere jf. GHG protokollen.

GHG-protokollen definerer meget klart at udledninger fra brugsfasen af et solgt produkt skal dække hele den forventede levetid på produktet og tilskrives det opgørelsesår, som produktet er solgt i. F.eks. for en producent af et køleskab, vil man måske antage en levetid på 10 år og køleskabets energiforbrug i alle 10 år vil så blive tilskrevet det opgørelsesår, som køleskabet blev solgt i. Dette giver god mening for fysiske produkter, men er svære at implementere for et digitalt produkt.

Hvad er levetiden på et computerspil? Det er næsten umuligt at sige på forhånd, da det i høj grad kommer an på hvor populært spillet er hos spillerne. Derudover er et computerspil, så snart det er solgt, ikke

⁸ Tabel 5.4: https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Corporate-Value-Chain-Accounting-Reporting-Standard_041613_2.pdf

ude af hænderne på udviklerne. Det skal løbende driftes (multiplayerspil skal hostes på virksomhedens servere) og vedligeholdes med opdateringer, som brugerne kan downloade og opdatere deres spil.

Det vil kræve en lang række meget usikre antagelser at leve op til GHG-protokollens krav og som konsekvens groft fejlestimere den reelle udledning fra brugsfasen. Alternativet er, at virksomheden kun inkludere udledninger fra den spilletid der er inden for det pågældende opgørelsesår. Det vil de fleste spilvirksomheder have meget præcise data over og derved mulighed for at opgøre CO₂-udledningen væsentligt mere nøjagtig. Denne tilgang anbefales, men da den ikke er i overensstemmelse med GHG-protokollen skal virksomheder, der f.eks. indberetter deres opgørelse til en rapporteringsplatform, have denne metodeforskel godkendt på forhånd.

I SBTi er det ikke obligatorisk for SMV'er at indberette downstream scope 3, så her er det muligt at se bort fra dette, men anbefales ikke, da det udgør en stor del af udledningen. Der vil også være muligheder for spilvirksomheden at påvirke denne udledning. F.eks. har spilstørrelsen en stor indflydelse på den endelige udledning. Dette vil blive beskrevet mere detaljeret i afsnittet metodebeskrivelse.

4 Resultater af casevirksomheder

I dette afsnit præsenteres CO₂-regnskabet for de to spilvirksomheder. Den ene spilvirksomhed producerer spil til PC og konsol og den anden producerer spil til mobiltelefoner og tablets. Bemærk at regnskaberne ikke bygger på fulde data og skal ses som tilnærmelsesvis. Metodebeskrivelse og forudsætninger bag beregningerne bliver beskrevet i næste kapitel. Data og emissionsfaktorer dækker for så vidt muligt kalenderåret 2021 og der er derfor suppleret med data for nærmest tilgængelige år. Det vurderes at have begrænset indflydelse på usikkerheden.

4.1 PC/Konsol-spil

Den samlede udledning for PC- og konsolspilvirksomheden er estimeret til godt 34.000 ton CO₂-ækvivalenter (CO₂e). Dette er en markant udledning og svarer til hvad en relativt stor fremstillingsvirksomhed i Danmark udleder i scope 1 og 2.

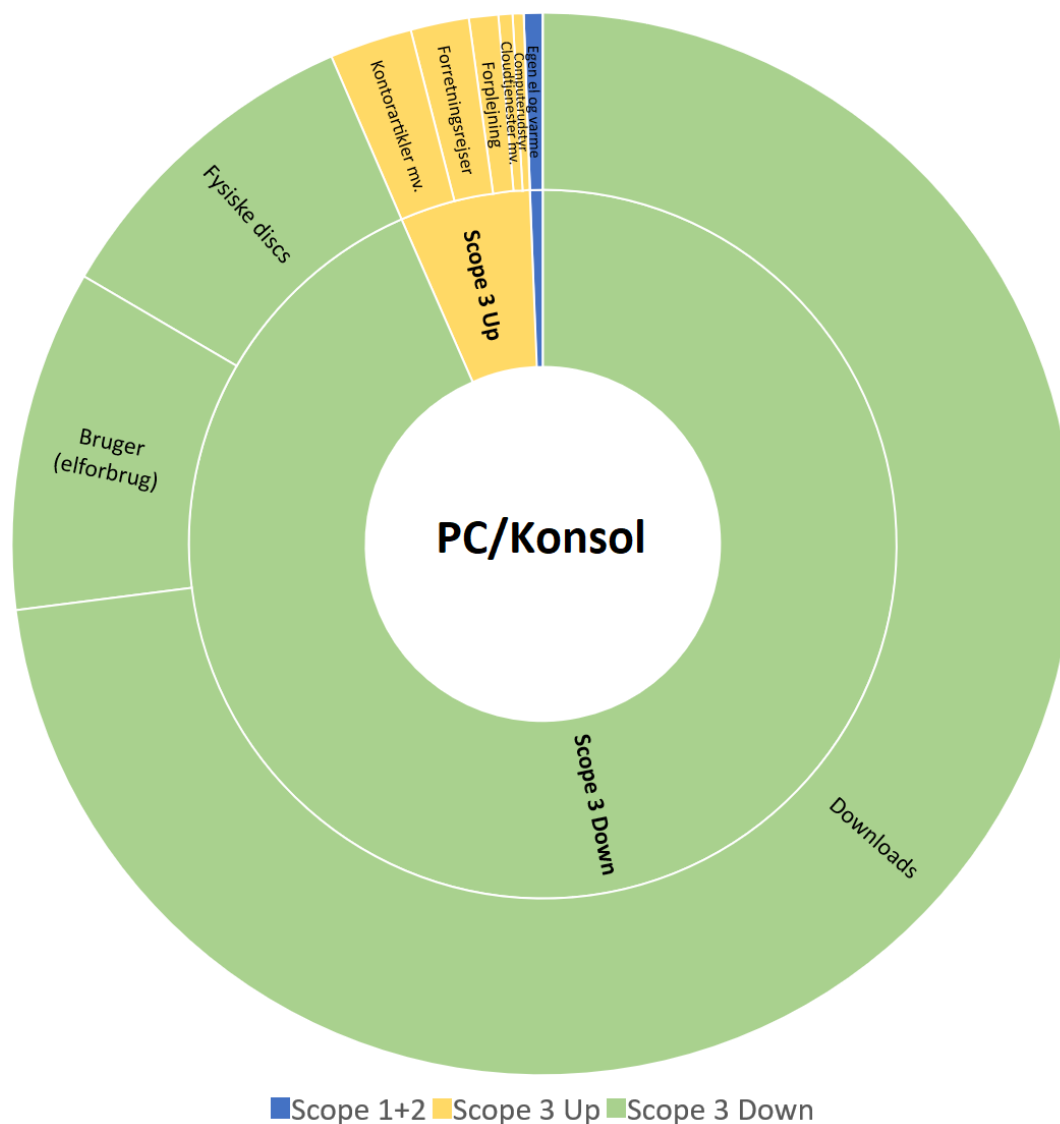
Fordelingen kan ses i nedenstående tabel og diagram.

Langt den største del af udledning kommer fra scope 3, som udgør 99 % af udledningen. Scope 1 og 2 udgør marginalt kun 1%. Af scope 3 udledningen er det downstream-delen der udgør størstedelen med 93% og upstream-delen 6%. Den samlede udledning per ansat er godt 137 ton CO₂e.

Tabel 1 Oversigt over CO₂-udledninger fra en PC- og konsolspilvirksomhed fordelt på scopes og områder.

Område	Ton CO ₂ e	Pr. ansat	Andel
Scope 1+2	197	0,8	1%
Egen el og varme	197	0,8	1%
Scope 3 Upstream	2.027	8,2	6%
Forretningsrejser	605	2,4	2%
Computerudstyr	119	0,5	0,3%
Kontorartikler mv.	862	3,5	3%
Forplejning	301	1,2	1%
Cloudtjenester mv.	141	0,6	0,4%
Scope 3 Downstream	31.887	128,6	93%
Bruger (elforbrug)	3.540	14,3	10%
Downloads	24.894	100,4	73%
Fysiske discs	3.439	13,9	10%
Affald	14	0,1	0,04%
Total	34.111	137,5	100%

Årsagen til den store udledning fra downstream scope 3 er dels det høje elforbrug ved gaming fra konsol, PC og skærme, men i høj grad også udledningen relateret til datatrafikken til brugeren ved download af relativt store spilfiler. Udledningen forbundet med fysiske discs er også høj, men udgør en mindre del af det samlede spil salg.



Figur 5 Diagram over CO₂-udledninger fra en PC- og konsolspilvirksomhed fordelt på scopes og områder.

4.2 Mobilspil

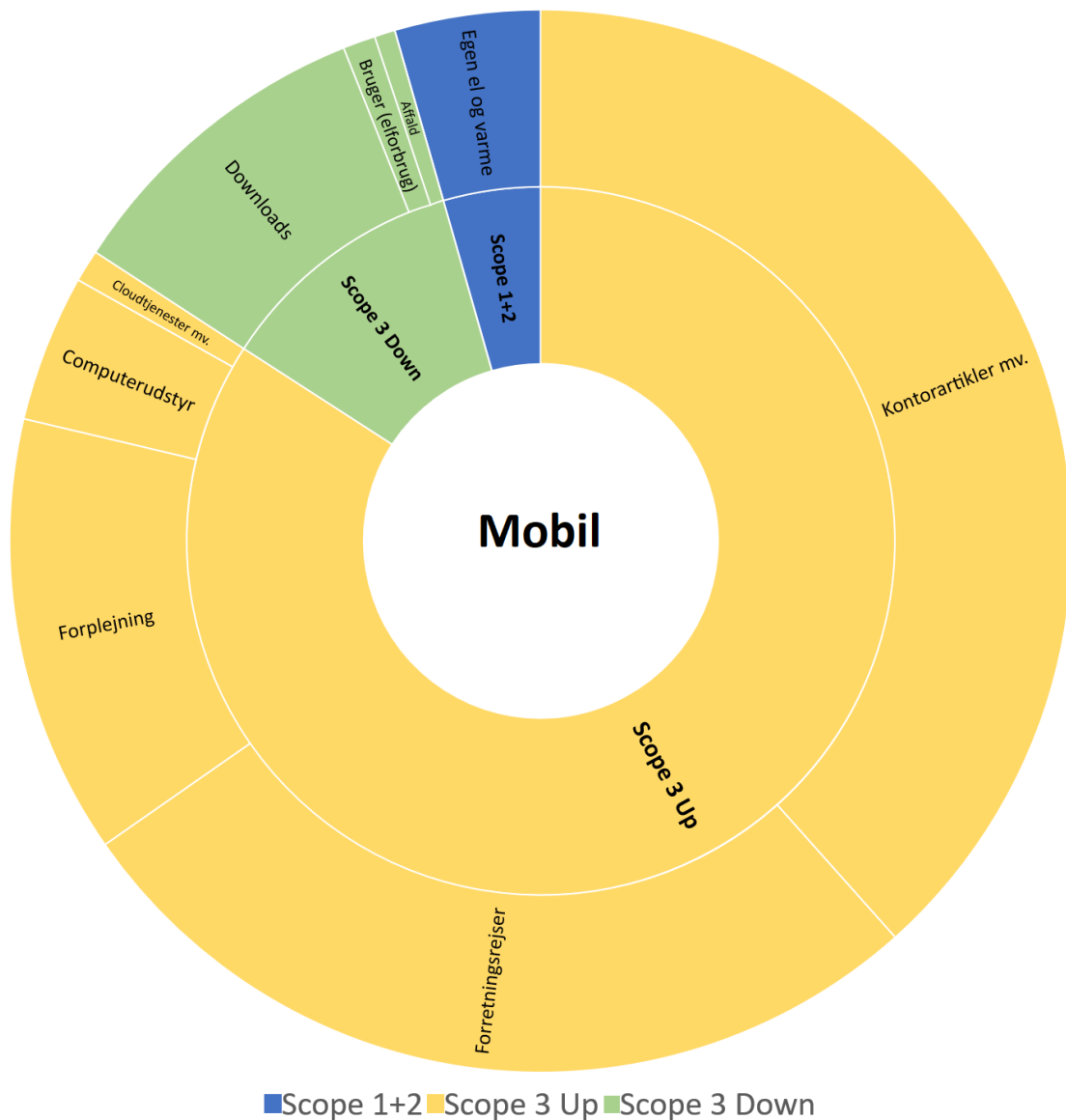
Den samlede udledning for mobilspilvirksomheden er estimeret til knap 400 ton CO₂e. Ligesom hos PC- og konsolspilvirksomheden kommer den største udledning fra scope 3 med 95%. En mindre del på 5% kommer fra scope 1+2. I modsætning til PC- og konsolspilvirksomheden kommer den største scope 3 udledning fra upstream med 84% og en mindre andel på 11% fra downstream. Den samlede gennemsnitlige udledning per ansat er godt 9 ton CO₂e og er altså 1/15 ift. PC- og konsolspilvirksomheden.

Tabel 2 Oversigt over CO₂-udledninger fra en mobilspilvirksomhed fordelt på scopes og områder. Udgivelse af spil på fysiske discs er ikke relevant for mobilspil og har derfor ingen udledning.

Område	Ton CO2e	Pr. ansat	Andel
Scope 1+2	18	0,4	4%
Egen el og varme	18	0,4	4%
Scope 3 Upstream	335	7,6	84%
Forretningsrejser	107	2,4	27%
Computerudstyr	18	0,4	4%
Kontorartikler mv.	153	3,5	38%
Forplejning	53	1,2	13%
Cloudtjenester mv.	4	0,1	1%
Scope 3 Downstream	43	1,0	11%
Bruger (elforbrug)	4	0,1	1%
Downloads	39	0,9	10%
Fysiske discs*	-	-	-
Affald	3	0,1	1%
Total	399	9,1	100%

Årsagen til at downstream-udledningerne er markant mindre for mobilspil end PC/konsol-spil er den meget lavere filstørrelse på spillene og det lavere energiforbrug fra mobil og tablets ift. PC og konsoller.

I runde tal er energiforbruget fra 10 mio. timers mobilspil (95%/5% split imellem mobil og tablet) ca. 10.000 kWh elforbrug hos brugerne samt i internettets infrastruktur. Det er ikke mere end det gennemsnitlige årlige elforbrug for 2 husstande!



Figur 6 Diagram over CO2-udledning for en mobilspilvirksomhed fordelt på scopes og områder.

5 Metodebeskrivelse og datatilgængelighed

Dette afsnit beskriver metoder og forudsætningerne for beregningerne i de to case-regnskaber og vurderer datatilgængeligheden hos virksomhederne.

Proxydata

Det var ikke muligt at indhente data for en række af områderne i regnskabet, så her er benyttet proxydata fra lignende virksomhedstyper. Alle proxydata er blevet skaleret til virksomhedens størrelse ud fra antal medarbejdere. Usikkerheden ved brug af proxydata vurderes at være lav for de pågældende områder. Det fremgår af det enkelte afsnit, hvor der er benyttet proxydata.

5.1 Scope 1+2

Data for scope 1 og 2 er typisk let tilgængelige for den enkelte virksomhed. Data for el- og varmemeforbrug kan typisk findes i fakturaer fra ens forsyningsselskab. Data over elforbrug kan også hentes på eloverblik.dk for danske adresser ved login med virksomhedens nem-ID.

Elforbruget fra de to casevirksomheder blev hentet fra eloverblik.dk. Elforbruget blev koblet med Energiets emissionsfaktor for elforbrug i Danmark⁹. Elforbruget på danske kontorer blev brugt som proxy til udenlandske kontorer med antal medarbejdere som skaleringsnøgle. Elforbruget blev her koblet med det respektive lands emissionsfaktor for el¹⁰. Her kan være en mindre usikkerhed alt efter om den enkelte lokation har interne servere eller ej.

Data over varmemeforbrug var ikke tilgængeligt og der blev derfor benyttet proxydata.

Danske faktorer for scope 3 udledninger relateret til el- og varmemeforbrug blev benyttet for alle lande¹¹. I regnskabet indgår sammen med scope 1 og 2 udledningerne for simplificering af overblikket.

Begge casevirksomheder havde interne servere på den danske lokation, så elforbruget hertil er med i regnskabet.

5.2 Scope 3 Upstream

Upstream scope 3 omfatter udledninger forbundet med indkøb af varer og tjenesteydelser. Områderne **forretningsrejser**, **kontorartikler mv.** (herunder møbler o.lign.) samt **forplejning** bygger på proxydata.

En del indkøbsdata findes kun i kroner og øre og det kan være en ressourcetung øvelse at indsamle reelle data i antal og stk. til en præcis beregning af CO₂-udledningen. Derfor benyttes ofte modellerede data i kgCO₂eq/DKK for forskellige produktkategorier. En meget benyttet database til dette hedder Exiobase¹².

Exiobase er oprindeligt udviklet af et konsortium af forskellige forskningsinstitutioner i et projekt finansieret af det Europæiske forskningsprogram og består af en omfattende global, harmoniseret database for (bl.a.) analyse af CO₂-udledninger forbundet med det endelige forbrug af diverse produktgrupper. Exiobase's store styrke består i at alle emissioner relateret til en specifik økonomisk aktivitet medregnes i en emissionsfaktor for aggregerede typer af varer, mens at den store variation, der kan være indenfor hver varetype ikke afspejles. Dermed vil resultater fra Exiobase ikke være et retvisende og tilstrækkeligt grundlag for mærkning og anprisning af specifikke varer.

Emissionsfaktorer genereret i Exiobase repræsenterer som udgangspunkt en gennemsnitlig klimapåvirkning fra produktionsmetoden for varegrupperne på det pågældende lands marked. Emissionsfaktorerne

⁹ Miljødeklarationen: <https://energinet.dk/EI/Gron-el/Deklarationer>

¹⁰ https://www.carbonfootprint.com/docs/2022_03_emissions_factors_sources_for_2021_electricity_v11.pdf

¹¹ Kilde: Klimakompasset

¹² <https://www.exiobase.eu/index.php>

reflekterer dermed ikke klimaaftrykket for en specifik vare, såsom for en tomat, men det gennemsnitlige klimaaftryk for den varegruppe, som en tomat tilhører, dvs. frugt og grønt, som gennemsnit på det danske marked.

Skal der skelnes mellem en hhv. dansk- og udenlandsproduceret varegruppe, med flere muligheder for differentiering, vil det kræve særskilte beregninger for hvert enkelt land, produktionsmetode, produktionssystem, m.v. således at en differentieret emissionsfaktor kan opbygges.

En del af udledningerne fra proxydata er beregnet med data fra Exiobase. Exiobase benyttes også i vidudstrækning i Erhvervsstyrelsens værktøj Klimakompasset.

Området **computerudstyr mv.** bygger på data fra de to casevirksomheder over antallet af computere (hhv. bærbare og stationære inkl. skærme). For at estimere det årlige indkøb af computere er der antaget en levetid på 3 år, hvilket er konservativt sat. Emissionsfaktorer for den enkelte type udstyr er fundet i Klimakompasset:

Tabel 3 Udledning for forskellige typer af udstyr. Kilde: Klimakompasset.

Udstyr	kgCO ₂ eq/stk.
Laptop	270
Stationær	375
Skærm	440

For området **Cloudtjenester** er udledningen også beregnet vha. Exiobase emissionsfaktorer. De to virksomheder havde ikke data for mængden af datatrafik, men kun omkostningen til tjenesten i kroner og øre. Det var derfor ikke muligt at beregne en mere præcis udledning. Udgiften til cloudtjenester er koblet med Exiobase-sektoren *Computer and related services* og opgør udledning til 0,032 kgCO₂e/DKK.

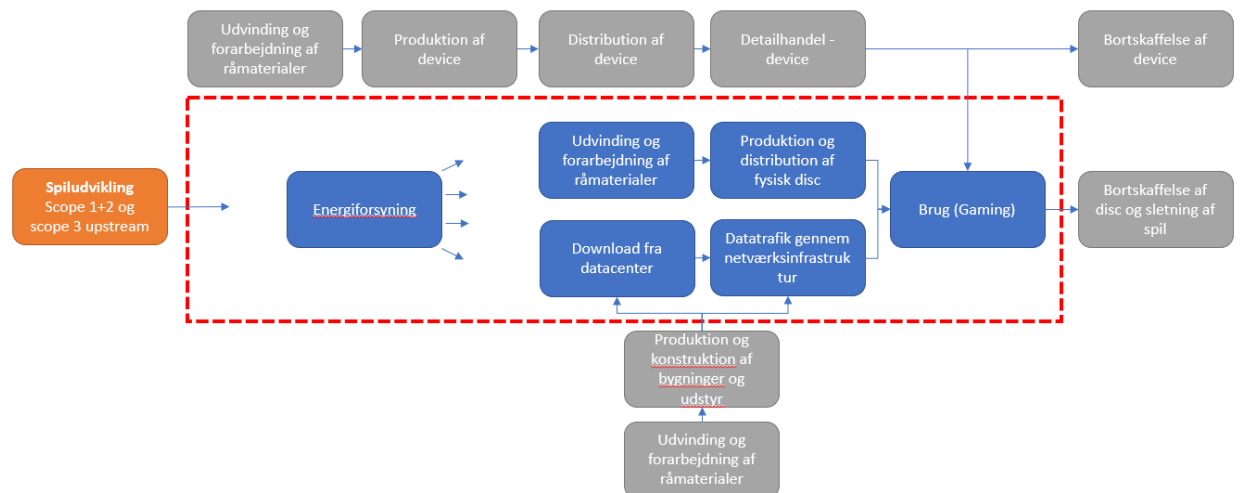
Den største usikkerhed vurderes at ligge i beregningen for cloudtjenester og bør detaljeres yderligere.

5.3 Scope 3 Downstream

Data for bortskaffelse af virksomhedens indkøbte varer har ikke været tilgængelig og der er derfor benyttet proxydata. Det kræver normalt kendskab til de reelle affaldsmængder, som genereres af virksomheden, hvilket sjældent er tilgængelig. Udledninger herfra udgør typisk også en mindre del af de samlede udledninger. Fokus vil derfor være på distribution og brug af spillet.

Afgrænsning:

Afgrænsningen for distribution og brug af spillet kan ses i nedenstående figur.



Figur 7 Afgrænsning for distribution og brug af spillet. Omfatter størstedelen af udledningen under downstream scope 3.

I case-beregningerne omfatter distribution og brug af spillet ikke produktionen af de forskellige devices (PC, konsol og mobil), men kun elforbruget fra brugen af dem. Beregningerne inkluderer heller ikke produktionen og konstruktionen af datacenter, servere og hardware samt bortskaffelsen heraf.

Distribution af spillet – fysisk disc

Der er fundet forskellige kilder som har beregnet udledningen fra hele værdikæden for produktion og distribution af en digital disc. Resultaterne kan variere pga. af mange forhold som eksempelvis forskellig afgrænsning, geografisk område, årstal og metode. Udledningen fra én disc er estimeret til mellem 0,27 kgCO₂e/disc¹³ til 0,5 kgCO₂e/disc¹⁴. I beregningerne er benyttet det høje estimat på 0,5 kgCO₂e/disc af konservative hensyn og for at dække spil, der bliver udgivet på to discs.

Distribution af spillet - download

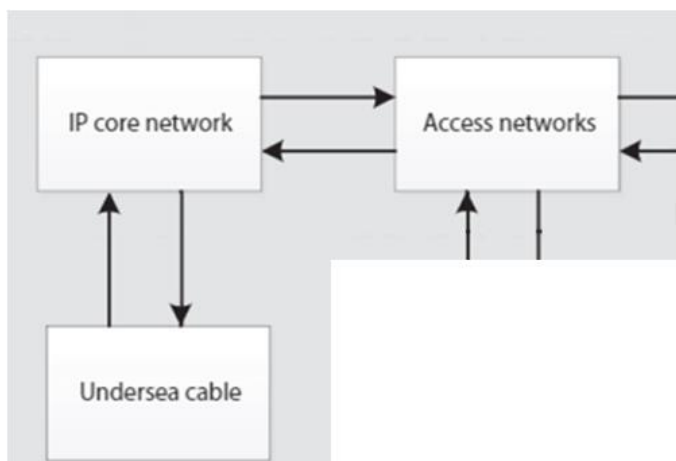
Det er særdeles vanskeligt at opgøre energiforbruget og CO₂-udledningen forbundet med lagring af data og datatrafik. For at kunne omregne datatrafik i gigabyte (GB) til et elforbrug har man behov for en omregningsfaktor i en enhed som f.eks. kWh/GB. Det lyder enkelt, men internettet er så omfattende at ingen rigtig har et overblik over hele infrastrukturen og dets energiforbrug og omfanget af hvor meget data, der egentlig udveksles.

Der er lavet mange estimater af energiforbruget til internettet og datatrafik med meget varierende resultater. En metaanalyse fra 2020¹⁵ har samlet resultater fra 14 studier lavet i årene 2000 til 2015. Det er kun energiforbruget (strøm) til transmissionsnetværket (se figur 8) metaanalysen dækker, da det er den eneste del af infrastrukturen, hvor energiforbruget kun afhænger af datamængden.

¹³ Aslan 2020: Climate Change Implications of Gaming Products and Services. University of Surrey.

¹⁴ <https://www.vertatique.com/carbon-footprint-dvd>

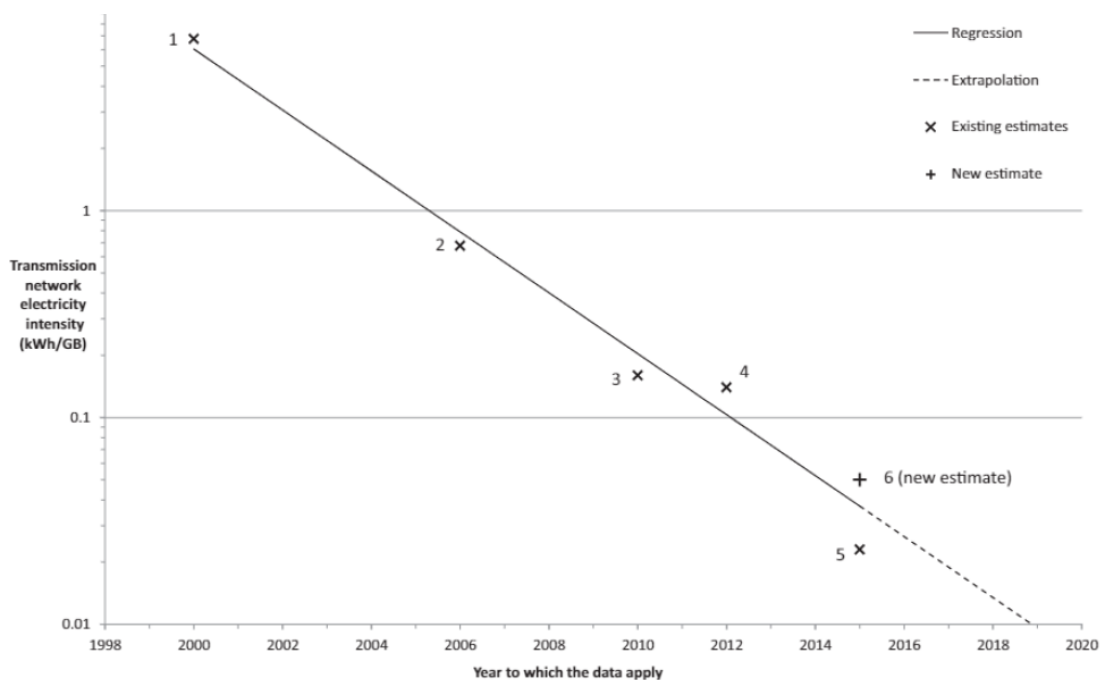
¹⁵ Aslan 2020: Climate Change Implications of Gaming Products and Services. University of Surrey.



Figur 8 Transmissionsnetværket for internettet. Kilde: Aslan 2020¹⁶.

For resten af infrastrukturen, herunder datacentret og udstyr hos brugeren som f.eks. routeren, afhænger energiforbruget i mindre grad af datamængden og i højere grad af den service som bliver leveret (streaming, e-mail, gaming osv.). Dvs. her skal beregnes specifikke faktorer (kWh/GB) afhængig af hvilken service man vil lave beregninger for.

Faktoren for transmissionsnetværket varierer fra 7,3 kWh/GB til 0,004 kWh/GB. I metaanalysen identificeres der en klar effektiviseringstrend, hvor faktoren ca. halveres hvert 2. år. Se nedenstående figur.



Figur 9 Metaanalyse over elforbruget i kWh/GB for transmissionsnetværket (ekskl. datacenter og brugerudstyr). Kilde: Aslan 2020¹⁷.

Ved fremskrivning af trendlinjen estimeres elforbruget til ca. 0,01 kWh/GB i 2019. Denne faktor er sandsynligvis halveret i skrivende stund (2022), men der er ikke lavet opfølgende studier til at underbygge dette. **0,01 kWh/GB** er derfor brugt til case-beregningerne.

¹⁶ Aslan 2020: Climate Change Implications of Gaming Products and Services. University of Surrey.

¹⁷ Aslan 2020: Climate Change Implications of Gaming Products and Services. University of Surrey.

I en analyse over klimaaftrykket for gaming på Playstation 4, estimeres elforbruget til datacenter og brugerens router til hhv. 0,0028 kWh/GB og 0,031 kWh/GB¹⁸.

Samlet set, inklusive elforbruget til transmissionsnetværket, giver det en elforbrugsfaktor på **0,0438 kWh/GB**.

Tabel 4 Elforsbrug i netværksinfrastrukturens delsystemer.

Netværksinfrastruktur - delsystem	kWh/GB
Transmissionsnetværk	0,01
Datacenter	0,0028
Brugerens router	0,031
Samlet	0,0438

Den totale datamængde er estimeret ud fra oplysninger om spilstørrelse og antal brugere angivet af virksomheden. Det antages at hver bruger downloader spillet én gang. Brugere kan dog godt downloade spillet flere gange og yderligere downloade opdateringer til spillet. Dette har dog ikke kunne estimeres, så den totale datamængde er sandsynligvis underestimeret.

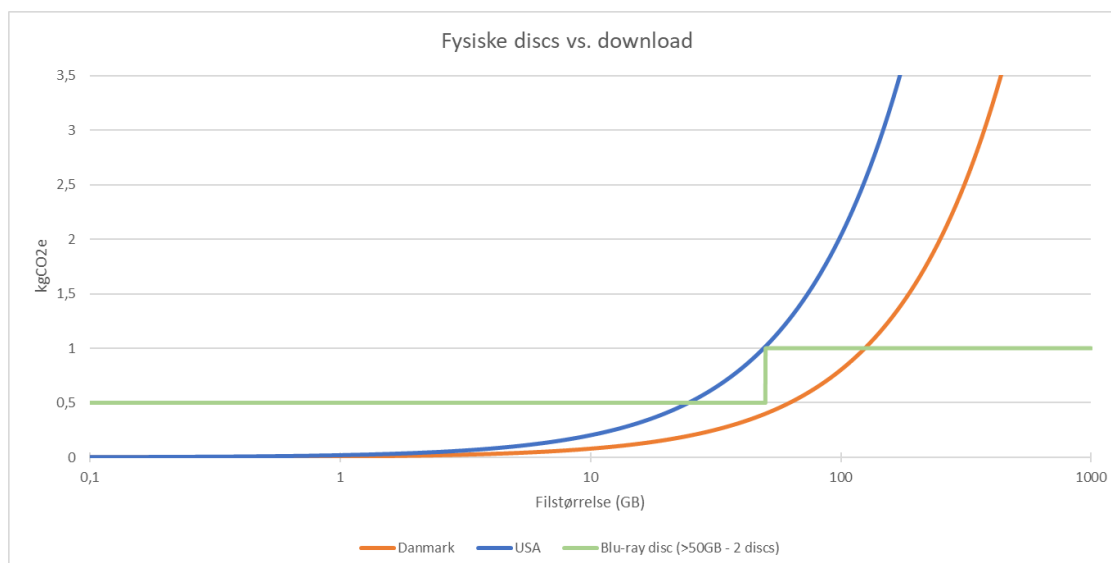
Ved omregning af elforsbrug til CO₂-udledning vil man normalt koble en emissionsfaktor for det land hvor strømmen forbruges. Emissionsfaktoren for el kan variere meget imellem lande, da de har meget forskellige energimiks, så dette har stor indflydelse på den samlede CO₂-udledning. Datatrafikken flyder over landegrænser og det er derfor ikke muligt at identificere specifikt, hvor strømmen konkret bliver brugt for hele kæden. For simplificeringens skyld fordeles hele elforsbruget ud fra hvor brugerne geografisk er placeret. Jf. tabel 4, så ligger størstedelen af elforsbruget også på brugerens router, så antagelsen vurderes som rimelig retvisende.

5.4 Fysiske discs vs. download

Distribution af det færdige spil kan foregå både digitalt via download hos brugeren og på fysiske discs. Som beskrevet i ovenstående afsnit, så afhænger elforsbruget og derved CO₂-udledningen ved download af størrelsen på spillet. For fysiske discs er udledningen uafhængig af spilstørrelsen indtil en grænse på ca. 50 GB. Hvis spillet fylder mere, skal spillet distribueres på to discs, hvilket fordobler udledningen.

Grafen nedenfor viser skæringspunkterne for hvornår CO₂-udledningen for download overstiger fysiske discs ud fra filstørrelse. CO₂-udledningen for elforsbrug varierer meget fra land til land og der er derfor afbilledet både et eksempel for download i USA og et for Danmark. Bemærk at den horisontale X-akse er logaritmisk.

¹⁸ Aslan 2020: Climate Change Implications of Gaming Products and Services. University of Surrey.



Figur 10 Sammenligning af udledningen ved hhv. fysisk og digital distribution ud fra filstørrelse. Egne beregninger.

Skæringspunktet for download i Danmark er ved ca. 125 GB. Så hvis spilstørrelsen er under 125 GB, så vil digital distribution ved download have en mindre CO₂-udledning end ved fysiske discs. Da USA's el-net er mere sort end i Danmark, så er skæringspunktet her markant lavere allerede ved 25 GB.

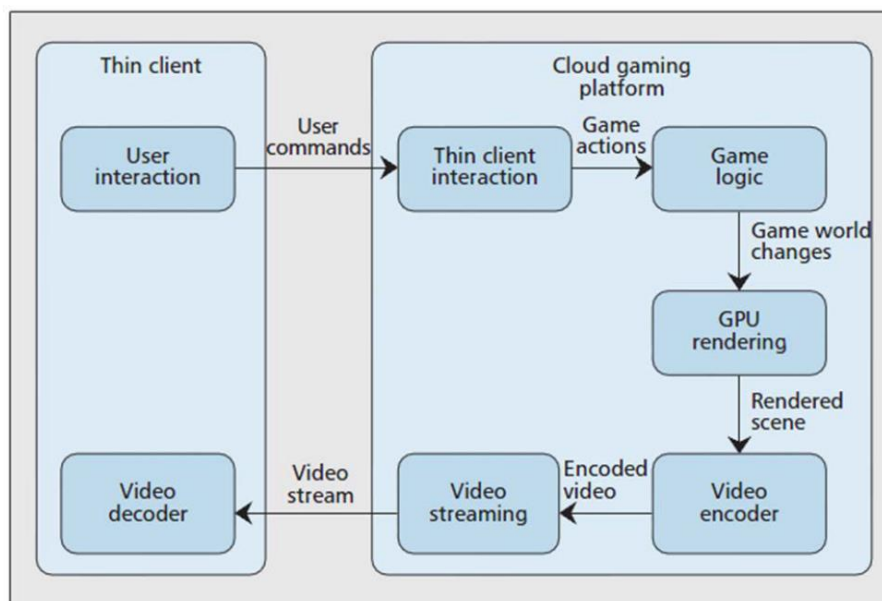
Som beskrevet i foregående afsnit, så er usikkerheden forbundet med faktoren for elforbruget til datatrafik relativ høj, hvilket er den afgørende faktor for hvor skæringspunktet falder. Derudover så vil det enkelte lands emissionsfaktor for el også have stor indflydelse skæringspunktet.

6 Cloud gaming

Cloud gaming eller game streaming¹⁹ er en relativ ny måde at spille computerspil på. Her bliver al spil-data lagret og processeret eksternt fra en server (cloud) og streamet via internettet tilbage den enkelte bruger²⁰. Det betyder i princippet at brugeren gøres uafhængig af hardwareopgradering for at kunne spille de nyeste spil og kan derved mindske sit eget elforbrug. Nedenstående diagram giver et overblik over processen:

¹⁹ Kaldes også gaming-as-a-service og gaming on demand

²⁰ https://en.wikipedia.org/wiki/Cloud_gaming



Figur 11 Diagram over cloud gaming. Kilde: Aslan 2020²¹.

Cloud gaming udgør en relativ lille andel af spilmarkedet, men forudsiges en eksponentiel vækst og kan potentielt på sigt overtage markedet ligesom film- og tv-streaming har gjort²². De systemmæssige forskelle ift. traditionel gaming er så store, at det også vil påvirke CO₂-udledningen markant.

Ved cloud gaming tegner brugeren typisk et abonnement og får derved adgang til en række spil alt efter udbyderen. De store udbydere af cloud gaming er Microsoft's Xbox Game Pass Ultimate og Sony's PlayStation Now, Nvidia's GeForce Now samt Google Stadia.

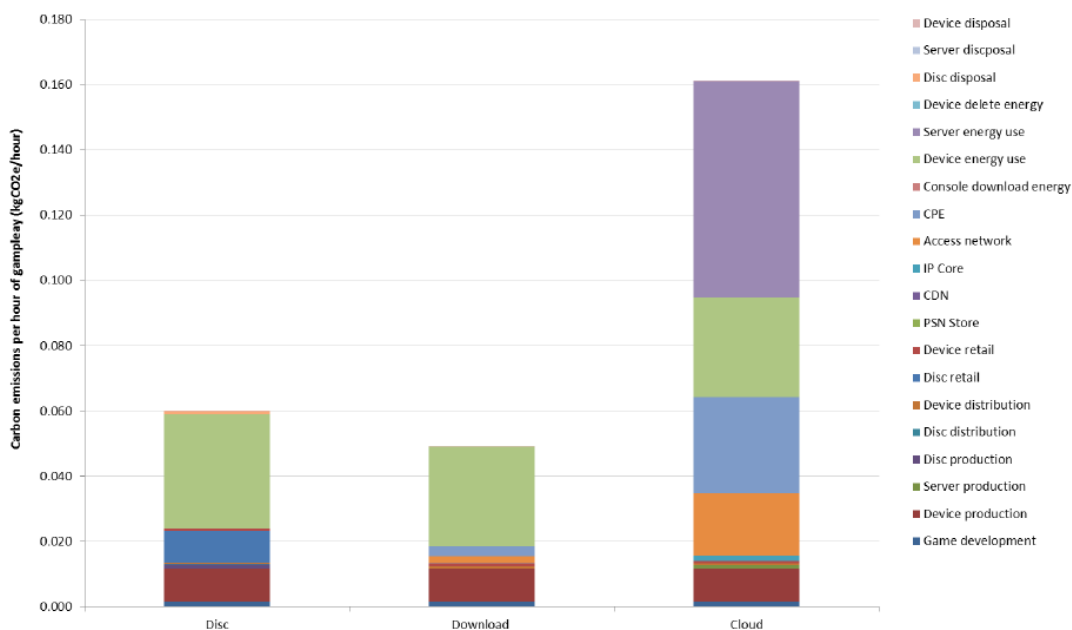
Fordelen er at brugeren indledningsvist undgår en stor mængde datatrafik ved download af spilfilerne og undgår udledninger relateret til køb af fysiske discs. Derudover mindskes brugerens energiforbrug markant ved cloud gaming, da dataprocesseringen ikke skal foregå på brugerens hardware.

Til gengæld øges datatrafikken markant under gaming, da langt flere data skal sendes mellem server og bruger.

Et nyere studie har sammenlignet CO₂-udledningen per spiltime for de tre spiltyper, fysisk disc, download og cloud gaming på en Playstation 4 konsol. Se figuren nedenfor.

²¹ Aslan 2020: Climate Change Implications of Gaming Products and Services. University of Surrey.

²² <https://www.mediaplaynews.com/analysis-video-game-streaming-a-fraction-of-the-market/>

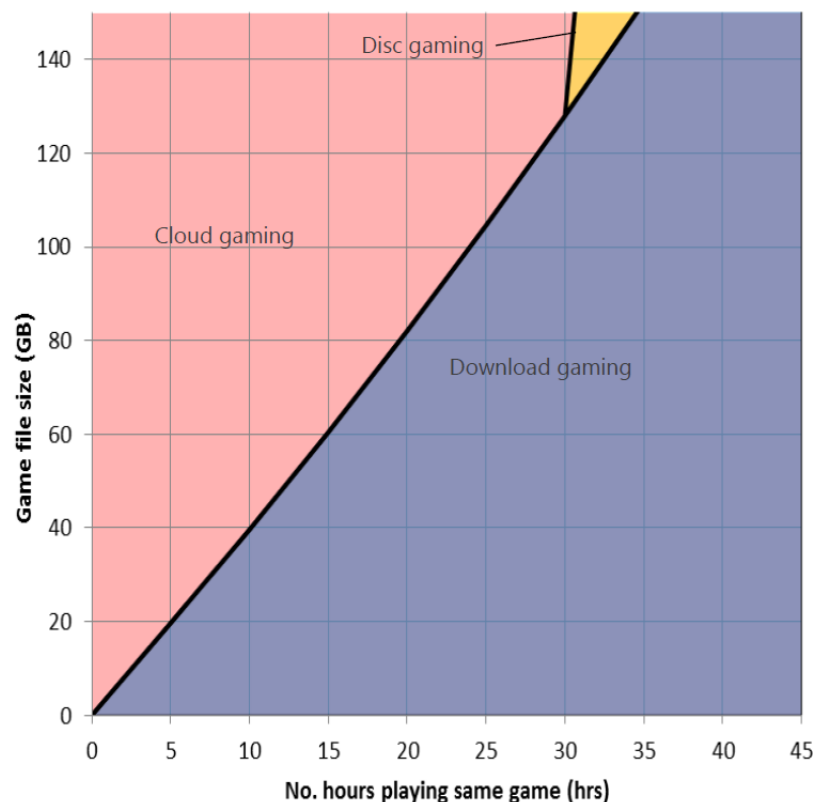


Figur 12 Livscyklusberegninger for 3 spiltyper: fysisk disc, download og cloud gaming. Beregnet for en Playstation 4 konsol. Bemærk at beregninger bygger på andre forudsætninger end andre beregninger i dette notat. Kilde: Aslan 2020²³.

Analysen viser at cloud gaming har en betydelig højere udledning end disc og download. Forskellen ligger primært i energiforbrug fra ekstern server (lilla) og energiforbrug til datatrafikkens infrastruktur (blå og orange). Konsollens energiforbrug (grøn) ved cloud gaming er ikke markant lavere end for de andre spiltyper, som ellers var cloud gamings fordel. Det skyldes at spillekonsollers kraftige hardware ikke er optimeret til streamingaktiviteter. Det er dog allerede muligt nu for udvalgte tjenester at streame spil uden en kraftig spillekonsol eller PC, eksempelvis direkte via et smart tv, smartphone, chromecast eller lignende, hvilket bør reducere elforbruget betragteligt.

Beregningerne ovenfor tager udgangspunkt i en spilstørrelse på 39 GB og at spillet spilles samlet i 214 timer. Disse to parametre har også størst betydning for den endelige udledning, så hvis de ændrer sig betydeligt, så kan det også afgøre hvilken spiltype der falder bedst ud. Figur 13 illustrerer hvornår de forskellige spiltyper falder bedst ud – ud fra de to parametre filstørrelse og spilstid.

²³ Aslan 2020: Climate Change Implications of Gaming Products and Services. University of Surrey.



Figur 13 Diagram over hvilke spiltyper på en Playstation 4, der falder bedst ud CO₂-mæssigt ud fra parametrene spilstørrelse og antal spiltimer. Bemærk at beregninger bygger på andre forudsætninger end andre beregninger i dette notat. Kilde: Kilde: Aslan 2020²⁴.

Cloud gaming falder bedst ud ved meget store filstørrelser og download falder bedst ud for spil der spilles i lang tid. Fysiske disc falder bedst ud ved yderpunktet af meget store spilstørrelser og ved lang spilletid. Grunden til at fysiske discs ikke er bedre ved højeste spilletid ift. til download er fordi konsollen bruger en anelse ekstra energi til at køre og aflæse den fysiske disc. Vær opmærksom på at beregningerne i figur 12 og 13 ikke bygger på samme forudsætninger, som notatets egne beregninger og casevirksomhederne.

I lande med et meget grønt elnet vil cloud gaming og download gaming altid falde bedst ud, da udledningen herfra kun afhænger af elforbruget. Disc gaming har en grundudledning fra produktionen af den fysiske disc, som ikke er afhængig af et grønt elnet (se også figur 10).

²⁴ Aslan 2020: Climate Change Implications of Gaming Products and Services. University of Surrey.

7 Konklusioner og anbefalinger

Konklusioner

- Scope 3 udledninger fylder langt størstedelen af spilvirksomheders udledning (>90%)
- Udledningen fra downstream scope 3 er primært afhængig af spilstørrelsen og spilletid samt klimaaftrykket fra elforbrug i det enkelte land. Spilvirksomheden vil derfor have mulighed for at påvirke udledningen især på spilstørrelsen.
- Udledningen for spilvirksomheder til PC/konsol er primært fra downstream scope 3 ifm. datatrafik fra download og brugerens energiforbrug.
- Udledningen fra mobilspilvirksomheder er begrænset i downstream scope 3 selv med de mest konservative estimater. Primært pga. af den lille spilstørrelse og det lave elforbrug fra devices.
- Elforbruget forbundet med datatrafik er meget usikkert, men effektiviseres i et højt tempo.
- Cloud gaming kan potentielt føre til højere udledninger end andre spiltyper, men markedet er stadig lille og under udvikling.
- Udledninger forbundet med virksomhedens cloudtjenester til drift af spil er ikke belyst tilstrækkeligt.

Anbefalinger

- Spilvirksomheders organisering passer fint til at udarbejde klimaregnskaber jf. GHG-protokollen.
- Spilvirksomheder kan benytte Erhvervsstyrelsens Klimakompas til at foretage egne beregninger af scope 1, 2 og upstream scope 3.
- Spilvirksomheder bør også beregne deres downstream scope 3, da det potentielt udgør en stor andel af udledningen.
- Downstream scope kan ikke beregnet præcist nok i Klimakompasset og vil kræve specifikke faktorer og beregninger.
- Spilvirksomheder bør opsætte målsætninger jf. SBTi for at skabe motivation til at reducere klimaaftrykket og sikre at virksomhederne lever op til Parisaftalen. En SBTi aftale skaber troværdig og forpligtiger samtidig virksomheden til reelle reduktioner og opfølgning.

8 Andre ressourcer

8.1 Internetlinks mv.

Berkeley lab: "Green gaming" Masse information og forskning vedr. green gaming.
<https://greengaming.lbl.gov>

Berkeley lab: Greening the beast. Gode råd til gamere til at reducere energiforbrug.
<https://sites.google.com/site/greeningthebeast/home>

Blog: What Are the Greenest Programming Languages? Programming languages and energy consumption
<https://medium.com/codex/what-are-the-greenest-programming-languages-e738774b1957>

Grøn Sky: Cloud Storage fra et dansk startup med partnere DTU, IT-branchen, EU, Oracle Kunder.
<https://www.groensky.dk/>

Internation Energy Agency: Om energiforbrug ved (Netflix) streaming, primært med fokus på videostreaming. Meget lang artikel med mange kilder og links.
<https://www.iea.org/commentaries/the-carbon-footprint-of-streaming-video-fact-checking-the-headlines>

International Game Developers Association: Har lavet en klimagruppe
<https://igda.org/sigs/climate/>

NRDC: Effektiviseringer af datacentre:
<https://www.nrdc.org/experts/pierre-delforge/power-efficiency-cut-data-center-energy-waste>

Playing for the Planet Alliance, UN Env programme
<https://playing4theplanet.org/>

SpaceApe: Spiludviklerfirma, har lavet deres eget klimaregnskab
<https://spaceapegames.com/green>

Zetland: Internettet udleder lige så meget CO2 som hele verdens flytrafik. Løsningen er så simpel, at alle bør kende den.
<https://www.zetland.dk/historie/sO0E9bnv-aekdaa3R-f69bc>

8.2 Videnskabelige artikler mv.

Aslan, J. 2020: Doctoral Dissertation "Climate Change Implications of Gaming Products and Services"
<https://vdocuments.mx/reader/full/climate-change-implications-of-gaming-products-and-services-aslan-thesis-i-would>

Marsden, M. et al. 2020: "From One Edge to the Other: Exploring Gaming's Rising Presence on the Network"
<https://dl.acm.org/doi/10.1145/3401335.3401366>

Mills, E. et al. 2019: Toward Greener Gaming: Estimating National Energy Use and Energy Efficiency Potential

<https://link.springer.com/article/10.1007/s40869-019-00084-2>

Data bank: https://docs.google.com/spreadsheets/d/1ZXLwHuWodc6EsROfgXn0gbDkYnSHB_StE-GyA36GiklM/edit#gid=1956829969

Webb, A. 2013: "Estimating the energy use of high definition games consoles"
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421513003923>