



DIGITALISERING AF KLIMAKAMPEN

INDHOLD

Indledning	2
Anbefalinger	4
1. Giv borgeren den rigtige rolle	6
2. Virksomhedernes rolle – rockstjerner, frontløbere og hverdagens helte	10
 Internettet taler	
 3. De nødvendige rammer	16
4. Klimavenlig IT – det kan godt!	18
 Fodnoter	22
	30

Rapporten er skrevet med hjælp fra SIRI-Kommisionens medlemmer og deres medarbejdere. Særlig tak til: Bent Thomsen, AAU, Arne Remmen, AAU og Leif Katsuo Oxenløwe, DTU Fotonik

Tak til deltagerne på SIRI-Kommisionens 4.0 workshop *Exponential Technologies for Exponential Problems*, som blev afholdt af DareDisrupt og Dansk Design Center 19. marts 2021.

Teksten Internettet taler er skrevet af Amalie Smith (f. 1985), dansk forfatter og billedkunstner. Hun er uddannet fra Forfatterskolen i 2009 og Det Kgl. Danske Kunstakademi i 2015. Hun har udgivet 8 skønlitterære bøger, senest Thread Ripper (Gyldendal, 2020). I 2015 modtog hun Kronprinsparrets Stjernedryspris og i 2017 det treårige arbejdslegat fra Statens Kunstmuseum.

“*Med denne rapport vil vi forsøge at komme med anbefalinger til, hvordan vi konkret kan rette vores samfund og levevis til, så digitalisering bidrager til klimakampen og ikke til øgede klimaforandringer.*

SIRI-Kommisionen 4.0

INDLEDNING

Vores forbrug af data er steget med 1000 gange siden år 2000¹ og det vil fortsætte. Danskernes mobile data-trafik alene stiger f.eks. med 40% årligt². Udveksling af data er blevet en væsentlig del af vores fælles hverdag og en grundpille for hele vores samfund. 9% af verdens samlede elforbrug og elforbruget indenfor IT- og kommunikationssektoren vokser hurtigt i takt med vores stærkt stigende dataforbrug. Det er en udfordring, vi er nødt til at tage alvorligt.³

Data er også et nødvendigt værktøj til at reducere vores generelle energiforbrug. Det er her, vi finder nogle af de bedste løsninger på en af vor tids største udfordringer, klimaforandringerne. World Economic Forum vurderer, at digitale teknologier kan reducere klodens udledning af CO₂ med 15% i sektorer som energi, fremstilling, landbrug, byggeri og transport. Og vi er godt på vej. Forskere påpeger, at digitale løsninger allerede i dag kompenserer 1,5 gang for egne CO₂ udledninger, dvs. at IT-løsninger sparer os for 50% mere CO₂ end løsningerne selv udleder.⁴

Skal vi sætte nul og ettaler til klimakampen kræver det med andre ord to vigtige overvejelser: Hvordan kan vi sikre udvikling og implementering af de IT-løsninger som kan modvirke klimaforandringerne og hvordan minimere vi de klimamæssige udfordringer ved en stigende digitalisering?

Udvikling og implementering af IT-løsninger handler om, hvilke IT-værktøjer, vi udvikler og stiller til rådighed for private borgere, den offentlige sektor og virksomheder, men også om, hvordan vi skaber den rette opmærksomhed og brug af værktøjerne. Det handler om at skabe en gensidig og sammentænkt strategi for borgere, virksomheder, forskere og myndigheder. Covid-19 krisen har lært os, at vi kan ændre vores adfærd endog meget drastisk, hvis vi vil det og hvis vi sammentænker klare udmeldinger fra fagfolk og myndigheder med konkrete redskaber til den enkelte borgere, embedsmand og virksomhed. I

klimakampen har vi den fordel, at vi har kendt "fjenden" længe og at vi ved meget mere om, hvad der skal gøres. Vi har længere tid til at gennemtænke og afprøve forskellige værktøjer, skabe de nødvendige samarbejder mellem myndigheder og virksomheder og gøre os klart, hvad vi kan kræve af hvem. Så vi f.eks. ikke lægger ansvar over på borgerne, som ikke giver mening eller som man ikke har en reel chance for at leve op til.

Hvordan vi minimerer de klimamæssige udfordringer i takt med den stigende digitalisering, handler om at stille krav til informations-, kommunikations- og telesektoren (IKT-sektoren) og til den forskning og udvikling af digitale løsninger, der pågår lige nu. Datacentre skal fungere klimamæssigt optimalt, hardware skal energioptimeres, softwareudviklere skal tænke i programmer og løsninger med minimalt energiforbrug og indenfor udvikling og forskning i kunstig intelligens (AI) skal hangarskibene vendes til et fokus på, hvordan vi kan træne og benytte algoritmer med brug af mindst muligt energiforbrug.

Klimakampens parter

Borgere

Forskere

Virksomheder

Myndigheder og beslutningstagere

Giv borgeren den rigtige rolle

1.1 Indledning

Hvis vi skal nå de danske klimamål, skal der sættes fokus på it-løsninger, også hos befolkningen. Danskerne har i høj grad taget de digitale teknologier til sig og det skal vi udnytte. Men anvendelsen af it er strømforbrugende og øger dermed også samfundets energiforbrug. Der er en stigende opmærksomhed på verdens klimaudfordringer og det er vores overbevisning, at mange gerne vil gøre det lidt bedre. Men gode intentioner skal støttes af en god storytelling, beviser på, at det nyttet kombineret med forståelige og meget konkrete værktøjer til at handle anderledes i vores hverdag. Måske er det også nødvendigt at sætte tempoet lidt ned. Teknologien udvikler sig hastigt, men vi mennesker skal kunne følge med. Ellers står vi af, bliver passive eller mister tilliden til digitaliseringen.

1.2 Borgernes brug af it

Omkring 4,7 milliarder mennesker eller knap 60% af jordens befolkning, bruger i januar 2020 internettet til at søge, kommunikere, dele billeder, downloade musik, streame videoer og spille online⁵. Et skøn er, at vores it-adfærd udgør et CO₂-fodaftypk på omkring 3% af de globale drivhusgasemissioner. Det svarer til den mængde, der produceres af flyindustrien globalt.⁶

Danmark er et af de steder, hvor it-anvendelse og internetadgang er mest udbredt. I juni 2020 har 95% af danskerne adgang til internettet i hjemmet⁷. Samtidig anvender 1,5 millioner danskere IoT-produkter⁸ (Internet of Things), det vil sige elektroniske produkter, der er koblet op på internettet, f.eks. højttalere, støvsugere, kaffemaskiner, lamper, alarmsystemer og varmestyring. Det svarer til, at godt 36% af de 16-74-årige anvender IoT, hvilket er den største andel i Europa⁹.

Vores forbrug af streaming er stigende¹⁰. Én times brug af en streamingtjeneste bliver estimeret til at udlede 163 g CO₂. I 2018 kunne Politiken fortælle, at 77% af danskerne streamer, i gennemsnit 47 minutter om dagen. Det svarer til, at hver streamer udleder 46,4 kg CO₂ årligt. Hvis man ser Netflix 2 timer hver dag året rundt, svarer CO₂ udslippet til at flyve 384 kilometer i en flyvemaskine eller køre lidt under 1.000 kilometer i en ny bil¹¹.

Med stigende datatrafik følger også et stigende forbrug af elektroniske apparater, vores devices. Det er blevet påpeget, at det kan være et klima-dilemma, hvor længte produkter skal ' leve' – ud fra en forventning om at elektriske og elektroniske produkter bliver mere og mere energieffektive og dermed mindre klimabelastende.

Nye analyser peger imidlertid på, at der i de fleste tilfælde opnås de største klimagevinster ved at reparere og der-

med forlænge levetiden for de elektroniske produkter og først udskifte dem, når de ikke længere kan repareres. Det skyldes, at der er en række andre miljøeffekter, som også bør indgå i overvejelser om produktlevetid. Jo større andel af belastningen, der kommer fra rawareudvinding, produktion, m.m. af et produkt, jo større er 'kravet' om stigende energieffektivitet i brugsfasen for klimamæssigt at kompensere for købet og dermed rawareudvinding, produktion m.m. til et nyt produkt.¹²

1.3 Tid til forandring – men hvordan får vi alle med?

For at formidle betydningen af energirigtig teknologi og adfærd, er det vigtigt at være skarpe på, hvad vi egentlig kan kræve af den enkelte borgers. At ændre handlinger og vaner kræver, at man ved, hvad man skal gøre anderledes, at det giver mening at ændre vaner og at det er relativt overskueligt. Det skal tilmed foregå samtidig med en synlig samfundsindsats, hvor det udtales meget klart, hvad myndigheder og beslutningstagere gør for at fremme de nødvendige ændringer på det samfundsmæssige niveau, hvor vi som individer ikke kan stille noget op hver for sig.

Man kan sammenligne det med krisehåndteringen under covid-19 pandemiens indtog i Danmark. Løbende pressemøder har været med til at gøre det klart for os alle sammen, hvad der er status på problemet, hvad fagfolk ved, hvad myndighederne gør og hvad der stilles af krav og forventninger til os borgere. Samtidig er det meget klart formuleret, hvilke handlemuligheder vi hver især har: Du kan blive testet og det gør du sådan og sådan, du skal stadigvæk gå til læge med almindelige sygdomstegn, du skal have mundbind på i supermarkedet, du skal holde afstand osv. Dette er blevet støttet op af en teknisk løsning i form af en smitteapp, som nu er downloadet mere end to millioner gange. Smitteapp'en er på trods af flere kritiske punkter et godt eksempel på, at digitale værktøjer kan bruges til kommunikation og til at skubbe bag på konkrete handlinger.

1.4 Nudging – manipulation eller et kærligt puf

Nudging er billige, adfærdsforandrende initiativer, som giver folk mulighed for at vælge – med fokus på, at de vælger "det gode". Nudging er et begreb, der dækker over hypotesen om, at en lang række samfundsmæssige udfordringer udspringer fra kognitive bias, som i dagligdagen medfører, at vores adfærd ofte systematisk afviger fra vores gode og velbegrunder intentioner¹³.

Et værktøj der ligger lige for, når det kommer til nudging, er apps. Ligesom de fleste løsninger har det dog også en række dilemmaer og dem skal vi tage stilling til og tale igennem. Det handler bl.a. om, hvorvidt nudging er

Udledning af CO₂

- **En almindelig e-mail udleder ca. 4 gram CO₂, mens en e-mail med et billede udleder 50 gram CO₂.¹⁶**
Det lyder ikke af meget, men i 2020 sendte og modtog vi omkring 306,4 mia. e-mails om dagen på verdensplan¹⁷. Det svarer til, at der bare i almindelige e-mails bliver udledt 1.226.600 tons CO₂ pr. år, hvilket igen svarer til, at vi floj 204 danskere til New York og tilbage igen.¹⁸
- **En Google søgning udleder 0,2-7 gram CO₂ afhængigt af indholdet af siden, mens det at kigge på en internetside med billede- eller video indhold udleder 0,2 gram CO₂ pr. sekund.** Det svarer til at koge en kande te eller at køre sin bil knap 16 meter. Det lyder måske heller ikke af meget, men ca. 66% af danskerne bruger internettet mindst 2 timer hver dag i gennemsnit. Det betyder, at hvis gennemsnitsdanskeren bruger 2 timer på at se på sider med billeder, videoer eller foretager Google søgninger, så udleder de 1.440 gram om dagen. På et helt år løber det op på 525.600 gram eller 0,5 tons CO₂ pr. dansker.¹⁹
- **En times brug af Netflix eller en anden streaming-tjeneste blev af IEA i 2019 estimeret til at udlede 36 g CO₂.** På baggrund af en Kantar Gallup stikprøve blev det fastlagt at 77% af de adspurgte streamer, og at de i gennemsnit gjorde brug af streamingtjenester 47 min om dagen. Dette svarer til, at hver streamer udleder 10.293 g CO₂ årligt. Hvis man ser Netflix 2 timer hver dag året rundt, svarer CO₂ udslippet til at køre 154 km i en personbil, altså en tur fra Hvidovre til Odense.²⁰
- **En omgang onlinespil som f.eks. Fortnite udleder 12 g CO₂.²¹** Der er i 2020 registreret 350 mio. spillere. Det er blevet estimeret at medianen for ugentlig spilletid for disse spillere er mellem 6-10 timer²². Det svarer til at en spiller der spiller 7 timer om ugen i et år, udleder 4.368 g. CO₂. Hvis alle registrerede spillere følger dette mønster, udleder de 1.528.800 tons CO₂ om året. For at sætte det i perspektiv svarer det til 3,2% af Danmarks samlede CO₂ i 2018²³.

en etisk forsvarlig strategi og om autonomi, værdighed, manipulation og læring.¹⁴ Pointen med nudging er at hjelpe folk til at træffe en beslutning, som i sidste ende vil komme enten dem selv eller samfundet til gode. Men etisk set er der afgørende forskel på, om man bruger nudging til at gøre det hurtigt, bekvemt og overskueligt at foretage et valg eller om der sker en manipulation bag om ryggen på folk. Grundlæggende handler det om at hjelpe folk til at træffe det gode valg med værdigheden i behold uden at stigmatisere eller nedgøre folks prioritering til at tage ét valg frem for et andet.

Vi har som mennesker en tendens til at lægge for meget vægt på enkelte informationer, når vi træffer beslutninger. Ud fra tidligere erfaringer, laver man typisk nogle antagelser om, hvordan resultatet bliver, men uden at tage højde for mange andre faktorer, der kan påvirke resultatet. Det kan være vanskeligt at værdisætte en genstand eller et karaktertræk ved en handling, som ikke er velkendt (fx den værdi "jeg" tilskriver at gavne klimaet ved at bruge et strømsparepanel). Vi sammenligner derfor vores egen adfærd med andres, hvilket skaber behov for feedback og anerkendelse.

Vi har derudover en tendens til at lægge vægt på nye og let tilgængelige oplysninger. Nyere begivenheder har større indflydelse på vores opførsel og på vores frygt end tidlige begivenheder.

Endelig har vi en tendens til inert, altså en tilbøjelighed til at fastholde en bestemt handlemåde eller et bestemt standpunkt på trods af påvirkninger udefra, da mental indsats er ensbetydende med fysisk indsats - at tænke kræver fysiske ressourcer. Hvis vi ikke kender forskellen mellem to computeres energiforbrug, hvor begge synes at være ens, hvorfor så gøre en mental indsats på at skifte væk fra standardinvesteringsmuligheden?

Vi oplever typisk større smerte ved at miste noget end den fornøjelse, vi føler ved at få noget tilsvarende. Derfor er vi mere motiverede for at undgå tab sammenlignet med at sikre os gevinsten. For nogle kan det være en motivation, at vide, hvornår elprisen er særligt høj, fordi det er med til at skabe fokus på, hvad man mister rent økonomisk.¹⁵

1.5 De rette værktøjer er afgørende

Som borger deltager man sjældent frivilligt i noget, som man ikke kan se mening i eller har lyst til. Engagement kræver at noget appellerer til vores værdier, interesser og lyster. Men samtidigt fungerer menneskers opmærksomhed økonomisk. Når der kun er begrænsede ressourcer til

rådighed, bliver vi stressede af for mange input og mister lysten og overskuddet til at ændre adfærd. Vi skal derfor "designe" vores samfund således, at det gode valg også er det nemmeste valg.

I praksis må man også være opmærksom på, at folk motiveres af forskellige mål. Nogle er konkurrencenesker, andre er økonomisk fokuserede, nogle vil gerne følge normen, mens endnu andre får det godt af at være med til at gøre verden til et lidt bedre sted. Det nyttet derfor ikke kun at fokusere på, hvornår man f.eks. får den billigste pris. Men for alle gælder det, at det skal være helt tydeligt, hvad det er, der skaber forandring og at det man gør, betyder noget.

Endelig står vi overfor en udfordring med personfølsomme data. Optimalt set bør alt, hvad der bruger el have en åben API²⁴, så der kan bygges platforme op omkring dem, der kan hjelpe os med at ændre vaner mod noget mere klimavenligt. Vi er derfor nødt til at løse dilemmaet mellem den store fordel ved adgang til borgernes private data og hensynet til privatlivets fred. Vi skal finde den rigtige måde - anonymisering, syntetiske datasæt, samtykke og lignende - til at sikre vores personlige data, så vi vil lade virksomheder og forskere at få adgang til dem. Klimavenlig adfærd kan hjælpes effektivt på vej med personlige digitale løsninger, men det kræver tillid at ville dele data.

1.6 Anbefalinger

Det skal være let at være klimavenlig digital dansker.
Tydelig energimærkning af produkter og services kan hjælpe med at værdisætte andre værdier end blot købsværdien, fx løbende energiomkostninger og klimapåvirkning.

Udvid miljømærkeordning

Vi anbefaler, at miljømærkerne udvides til også at oplyse sammenligneligt energiforbrug og CO₂ udledning for streamingkanaler og browsere, så du også får et klimavalg, når du skal vælge, hvilken platform eller service, du vil bruge.

Synliggør energiforbrug ved it-anvendelse

Vores mest brugte it-programmer bør have klimavenlige funktioner, så f.eks. dit Outlook-program på arbejdet opsummerer sidste uges CO₂-udslip og kommer med forslag til at reducere energiforbruget.

Smart design af energiregner for forbrug på specifikke Wi-Fi og IoT-produkter, kan være med til at give feedback på borgernes energiadfærd, f.eks. anerkendelse af klimavenlig adfærd og dermed øge motivati-

10 gode råd til forbrugerne²⁵

- Kig efter bæredygtighedsmærker som f.eks. Energy Star, TCO Certified eller EPEAT (Electronic Product Environmental Assessment Tool), som bl.a. sikrer et mere bæredygtigt valg. Energi Star sikrer energieffektivitet, mens EPEAT og TCO Certified er miljømærker.
- Køb kun nyt udstyr, når det er nødvendigt. Overvej om du kan lease, leje eller købe brugt.
- Vælg it-udstyr med lavt energiforbrug, når det er nødvendigt med nyt.
- Når du sender mails, kan du gøre mindre brug af "reply all" - overvej om alle som fik mailen, også skal have dit svar.
- Afmeld alle de nyhedsbreve, du ikke længere er interesseret i.
- Brug en cloud som gør brug af vedvarende energikilder.
- Husk at lukke computeren ned, hvis du er væk fra den i længere tid. Sæt gerne computeren på dvale.
- Tag din mobil- og laptop-oplader ud af stikket, når du ikke skal oplade, da opladeren i sig selv bruger strøm.
- Fjern notifikationer, med mindre de er nødvendige for dig.
- Brug en tablet eller smartphone, når pc'en ikke er nødvendig, da de bruger mindre energi.

onen. Det er vigtigt, at man er helt tydelig om, hvilke aktiviteter og værdier, der måles på. Tjenesterne skal respektere privatlivets fred og udvikles med øje på at være til gavn for forbrugerne.

Lav kodeks for brug af nudging

Vi anbefaler, at man udvikler et kodeks for, hvordan gode "nudging" programmer bygges op. Hvad man bør tage hensyn til og hvilke ethiske krav, man bør overholde.

Virksomhedernes rolle: Rockstjerner, frontløbere og hverdagens helte

2.1 Indledning

Virksomheder spiller afgørende, men forskellige roller i klimakampen. De nye visionære startups, med entusiasme, karisma og nye ideer, kan være med til at "forstyrre" den almindelige opfattelse af, hvordan vi gør tingene. Med direkte forbrugerrettede produkter kan de være med til at skabe opmærksomhed og komme med meget konkrete eksempler på, hvad det er, vi kan gøre bedre som borgere. I store tunge virksomheder kræver det en længere indsats at vende supertanker, men til gengæld kan det have en enorm effekt for vores helt almindelige hverdag, når de først harændret kurs. Datacentrene blev hurtigt IKT-sektorens smertensbarn på klimaområdet, men har også vist sig at være frontløber, når det gælder effektiv nedsættelse af energiforbruget.

2.2 Klimakampens tunge indsats

De store virksomheder kan for alvor flytte vores hverdag. Her handler det om tre dimensioner af en mere klimavenlig it-indsats. For det første virksomheden selv og hvordan virksomheden bruger it og AI (kunstig intelligens) i produktion, transport, administration, forskning og udvikling. For det andet samarbejdspartnere og underleverandører og endelig, hvordan virksomhedens produkter påvirker vores samfund længe efter, at de har forladt virksomhedens område.

Indsatsen i virksomhedens egen dimension kan f.eks. være at sænke virksomhedens energiforbrug, f.eks. opvarmning og nedkøling af kontorlokaler, butikker og lagerbygninger eller automatisk sluk af lys og maskiner om natten. Men også krav fra indkøbsafdelingen om mindst muligt energiforbrug, når der skal købes ny software og hardware og endelig udnyttelse af mulighederne for at erstatte strømmen i stikkontakterne med vedvarende energi. Kunstig intelligens og digitalisering er fundamnetet for intelligent produktion, som reducerer energiforbruget og er ressourcebesparende i forhold til brugen af råvarer. Knap 30% af de højt automatiserede virksomheder i Danmark har som følge af automatiseringen nedbragt deres energi- og/eller ressourceforbrug, imens den tilsvarende andel blandt de lavautomatiserede virksomheder kun er knap 10%.²⁶

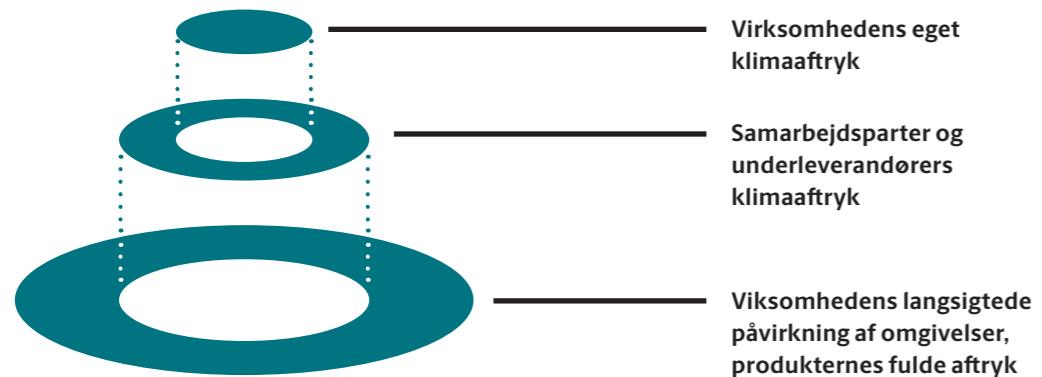
Medarbejderne spiller en aktiv rolle, hvis virksomhedens målsætning og kultur skal rettes ind. Men som medarbejder skal man vide, hvor man har et ansvar, hvorfor og hvordan man lever op til det ansvar. Det kræver de rette kompetencer at handle klimahensigtsmæssigt: At vide, hvordan man køber mere klimavenligt it-udstyr ind, hvordan man stiller krav om klimahensyn i udbud og om der bør ændres i forskellige processer eller måden vi bruger f.eks. pc'er og programmer.

Den næste dimension omfatter virksomhedernes klimaindsats overfor de nærmeste samarbejdspartnere. De største virksomheder har ofte en stærk indflydelse på underleverandører i forhold til at stille krav om at bruge de mest klimavenlige løsninger. Det er f.eks. krav til transport og logistik til og fra virksomheden, samt underleverandørernes energiforbrug og klimaafttryk. Nogle virksomheder har en størrelse, hvor de kan påvirke udvikling og produktion af nye materialer og systemer og ikke behøver nøjes med den bedst mulige udbudte hyldevarer. For IKEA handler det f.eks. også om at tænke klimavenlighed som en investering i samarbejde med forskere og universiteter og i egne forsknings- og udviklingsafdelinger. Her er man begyndt at gå virksomhedens forretningsmodel igennem med tanke på, hvordan konkurrencesituationen ville se ud, hvis regningen for CO₂-udsip blev prissat efter klimaforskernes anbefalinger.²⁷

Endelig er der virksomheder, der begynder at følge deres CO₂-aftryk helt ud i den 3. dimension: Hvordan virksomhedens produkter bruges og hvilket aftryk de sætter i den samlede levetid. For Mærsk Drilling er udfordringen, f.eks. hvordan man med 22 olieboreplatforme ændrer en uundgåelig CO₂-udledning til at blive en ressource fremfor et problem ved hjælp af Carbon Capture Storage. Carbon Capture Storage-projektet undersøger sammen med andre virksomheder forskellige muligheder for f.eks. at omdanne CO₂ til sten. Også her gælder det, at prisen på CO₂ er afgørende for projektets forretningspotentiale.

I andre virksomheder er fokus på indsamling og genbrug af egne produkter og genanvendelse af f.eks. plastik, metal og mineraler. Hvis cirkulær økonomi bliver vores nye normal, får det stor indflydelse i forhold til klimaet. Det gælder også indenfor it-udstyr. Circular Computing renoverer gamle computere, så de kan klare endnu 3 år mere. Ifølge det danske firma Solid It bliver der alene i EU hver dag bortskaffet 160.000 bærbare computere. 70% af disse er egnede til genanvendelse. Klimafordelen ligger i, at der ved ISO 8887:211-certificeret genfremstilling forbruges 85% mindre energi end ved produktion af en ny bærbart pc. Det svarer til en besparelse på 380 kg CO₂. Dertil kommer 190.000 liter vand, samt bevarelse af kritiske

CO ₂ - besparelser ved levetidsforlængelse ³¹	
Bærbare computere	Smart phones
1,6 Mt CO ₂ per år (1 år)	2,1 Mt CO ₂ per år (1 år)
3,7 Mt CO ₂ per år (3 år)	4,3 Mt CO ₂ per år (3 år)
5 Mt CO ₂ per år (5 år)	5,5 Mt CO ₂ per år (5 år)



mineraler.²⁸ Ifølge virksomheden Conxo.dk har denne type genfremstillede laptops 97% ydeevne i forhold til nye laptops og er op til 40% billigere.²⁹ Cirkulær økonomi antages samlet set at kunne reducere udledningen af CO₂ med 7-9 mio. tons i Danmark.³⁰

For virksomheder som IKEA og Mærsk Drilling er udfordringen, at business casen stadig mangler, så længe prisen på CO₂ er så lav. Der skal massive investeringer til for at vende produktionen til at være bæredygtig. Det kræver klare og langtidsholdbare målsætninger fra EU og nationalstaterne. For virksomheder, der satser på cirkulær økonomi, er det måske i lige så høj grad opmærksomhed og den rigtige storytelling, der skal til for at vække slutbrugerne til at acceptere en brugt pc eller at skulle aflevere mobiltelefonen, som de fleste forbinder med dybt personligt indhold, til genanvendelse. Men forventningen i disse virksomheder er, at det er en virkelighed, vi er på vej ind i og som man bør forhold sig til i tide.

2.3 Datacentre – skurk eller frontløber

Datacentre er en af IKT-sektorens absolut største energiforbrugere. I 2018 blev det vurderet, at datacentrenes forbrug svarede til 1% af verdens samlede energiforbrug og dermed er en energisluger på niveau med flere lande. På trods af den ekstreme stigning i dataoverførsler er det lykkedes at holde energiforbruget på nogenlunde samme niveau i flere år. Men forskerne stiller spørgsmål ved, om det fortsat kan lade sig gøre.

Når det er lykkedes datacentrene at effektivisere skyldes det bl.a. de sidste 10 års skift til hyperskaladatacentre. Det startede i 2011 med Facebooks ønske om at kombinere hardware- og softwareløsninger for at gøre dataforbruget mere energieffektivt. Man samlede servercentrene og strippedede computerne for alt overflødig fra video-enheder til små blinkende lamper og tilpassede antallet af aktive servere til det skiftende databehov over døgnet.

I andre tilfælde har man placeret serverne geografisk i køligere områder, hvor der ikke er det samme behov for airconditioning, der tidligere stod for op til 40% af energiforbruget i de mindre datacentre. I 2016 lykkedes det Google ved hjælp af AI at regulere centrenes kølingssystemer efter bl.a. vejrfordelingen og det reducerede nedkølingsregningen med 40%. Ved samme øvelse reducerede man også den enorme mængde vand, der blev brugt i amerikanske datacentre, i 2014 omkring 100 mia. liter.³²

Effektiviseringen kan ses i datacentrenes PUE (Power Usage Efficiency) som er et udtryk for det totale energiforbrug, inkl. lys og køling, divideret med energiforbruget brugt til dataarbejdet (hvorved 1 bliver den optimale score). Hvor almindelige mindre datacentre typisk har en PUE på 2, så er det lykkedes hyperskaladatacentre at komme ned på omkring 1,2. med Google helt i bund med 1,12 i gennemsnit. Hyperskalacentrene er dermed langt med energieffektiviseringen. Men spørgsmålet er, om effektiviseringsgevinsterne også kan overholdes, når de forventede enorme datamængder fra selvkørende biler skal håndteres eller når datacentre i Afrika og de sydasiatiske lande for alvor vokser³³. Derfor er det nødvendigt med investeringer i innovation og udvikling af energieffektive produkter, målemetoder og benchmarks for energieffektivitet ved lagring og brug af IT-apparater og services.

Datacentre er en grundlæggende del af infrastrukturen bag hele vores dataforbrug og ansvarlige for at styre en kæmpe andel af IKT-sektorens energiforbrug. Nye og planlagte datacentre udgør et meget stort potentiale for fjernvarme, hvis overskudsvarmen kan udnyttes. Hvis f.eks. blot halvdelen (3,5 tWh i 2030) kan udnyttes, svarer det til at kunne dække i størrelsesordenen 10% af det nuværende fjernvarmebehov. Da der ikke kun bygges datacentre i Danmark, men mange andre steder i Europa og i resten af verden vurderes det, at en bedre afkølingsteknologi, som kan muliggøre udnyttelsen af overskudsvarmen til små blinkende lamper og tilpassede antallet af aktive servere til det skiftende databehov over døgnet.

2.4 Iværksætternes stjernestøv og kreativitet

Når iværksætterne gør det godt, udvider de eksisterende markeder og skaber helt nye. TooGoodToGo er bygget op omkring let forståelige og meget præcise budskaber om, hvad der er god stil, mens Ento Lab med deres AI-baserede app viser virksomheder, hvor nemt det er at se, hvor man kan spare energi selv på et svært overskueligt område og dermed, hvor let og meget konkret det kan være at gøre det rigtige. Endelig har virksomheden Matter en ambition om at gøre det muligt at sammenligne viden fra analyser og rapporter om klimabelastningen i forskellige sektorer til at kunne bruges af det finansielle marked.

Matters formål er at skubbe aktiemarkedet i en mere bæredygtig retning.

Opskriften er god storytelling, at skabe let tilgængelige løsninger på et svært overskueligt område eller udnytte AI til helt nye muligheder. Derfor er der også grund til ikke bare at være fokuseret på vækstmuligheder, men derimod at begynde at tænke mere langsigtet, når det kommer til at fremme nye virksomheder, der arbejder med grønne løsninger. Ligesom med de største virksomheder handler det om at turde se ud i en fremtid, hvor konkurrencesituationen måske vil være baseret på helt

Eksempel 1

Ento Labs: The easiest way to optimize energy consumption in public and commercial buildings

Enjoy lower operational costs and reduced carbon emissions by letting our expert energy AI analyze and monitor your energy consumption for the most effective improvements.

Why AI-driven energy optimization?

Focus: Quickly get an overview and prioritize your efforts.

Reduce costs: Improve the bottom line and invest in more savings.

Lower emissions: Contribute to the sustainable energy transition.

Save time: Spend your time on improvements, not looking at data.

Document efforts: Verify and communicate your work and reap the fruits.

Rest assured: We will let you know when something needs your attention.³⁵

Eksempel 2

Togoodtogo:

1/3 af mad spildes og budskabet er let forståeligt: Red lækker overskudsmad til fordelagtige priser! Vi drømmer om en planet uden madspild, og vi arbejder hver dag på at gøre denne drøm til virkelighed. Vores app er den nemmeste måde at involvere sig - bare download appen, log ind, og så er du klar til at redde lækker overskudsmad i forretninger nær dig. Lad dig overraske med overskudsmad til en fordelagtig pris, mens du samtidig gør planeten en tjeneste.

Kom i gang allerede i dag!³⁴

Eksempel 3

Matter:

Ved hjælp af machine learning gennemgår platformen informationer fra mere end 60 kilder og 65.000 artikler fra de globale medier hver dag og kan på den baggrund vejlede finansielle institutioner på baggrund af indsamlede data og gøre det muligt for investorer at forstå klimabelastningen ved forskellige aktiviteter og på denne baggrund evt. omplacere investeringerne.³⁶

andre vilkår. Det er her, der kan ske reel innovation med baggrund i forskning, eksperimenter og nytænkning og det kræver større risikovillighed og mere tålmodighed fra investorerne i forhold til, hvornår resultaterne og den økonomiske gevinst viser sig.

For mange nye startups begynder det hele med adgang til data. Der er brug for datasæt med så mange detaljer som muligt, f.eks. på områder som transportdata og energimålerdata og gerne i anonymiseret form. Det interessante er ikke den enkelte dansker, men mønstre. Det er derfor værd at overveje, hvordan disse datasæt kan stilles til rådighed, for at løse de behov virksomhederne har for at kunne realisere gode ideer og gode historier. Som vi beskriver i kapitlet "Klimavenlig it – det kan man godt", kan en gentænkning af f.eks. træning af algoritmer med minimale datasæt være med til at stille de nødvendige data til rådighed for små virksomheder og studerende, som hverken har store computeranlæg eller penge til at købe sig til data fra de store virksomheder. Derfor er det også vigtigt at bakke op om EU-Kommissionens arbejde for at sikre at validerede, anonymiserede data af høj kvalitet kan stå til rådighed for europæiske forskere og virksomheder, som vi beskriver det i kapitlet "De nødvendige rammer".

2.5 Anbefalinger

Uanset om der er tale om der investeres massivt i udvikling af cirkulære økonomisystemer, forskes i nye bæredygtige materialer og lagring af CO₂ eller programmernes apps, så kræver det præcise og langtidsholdbare retningslinjer at gå efter. Vi kommer ikke udenom, at det skal kunne betale sig at tænke klimavenligt.

Klare mål og klare udmeldinger om ny regulering

Der skal opstilles klare mål for virksomhedernes bidrag til den grønne omstilling. I den forbindelse skal der gives klare udmeldinger om, hvad virksomhederne kan forvente af eksempelvis regulering og økonomiske tiltag, så virksomhederne i god tid kan indrette sig på de nye vilkår.

Indarbejd bæredygtige forretningsmodeller

Virksomhederne skal blive bedre til at tænke i cirkulær økonomi. De bør overveje, hvordan deres forretningsmodel ville se ud i en verden, hvor råstof- og energipriser tager afsæt i klimaforskernes anbefalinger.

Nogle virksomheder er langt i deres arbejde for at blive mere bæredygtige, mens andre stadig famler med at finde ud af, hvor de skal starte. AI er et afgørende værktøj til f.eks. at få styr på energi til produktion og bygninger. Danske virksomheder skal blive langt bedre til at bruge digitale løsninger til at øge bæredygtigheden.

Best practice virksomheder som grønne forbillede

Der bør indsamlles og udveksles erfaringer fra virksomheder, som er lykkedes med klimaprojekter, så de kan tjene til inspiration for andre virksomheder.

Medarbejderne spiller en aktiv rolle, hvis virksomheds målsætning og kultur skal rettes ind. Men som medarbejder skal man vide, hvor man har et ansvar, hvorfor og hvordan man lever op til det ansvar.

Styrk medarbejdernes klimakompetencer

Virksomhederne bør investere i, at medarbejderne inddrages og har de rette kompetencer til at agere klimavenligt. Der er et stort potentiale i at udnytte medarbejdernes praktiske hands-on viden og udviklingsideer fra deres daglige virke i drift, produktion og administration. Det kan være i forhold til at købe klimavenligt it-udstyr, stille krav om klimahensyn i udbud og være med til at ændre it-forbruget i virksomhedens kerneforretning til at have mindst mulig påvirkning på klima og miljø. Det samme gælder for medarbejderne i den offentlige sektor.

How Might We...

Vigtigste udfordringer for digitalisering af klimakampen

Hvordan kan vi få den private og den offentlige sektor til at skabe en fælles vision for en intelligent, tech-baseret energi infrastruktur?

Hvordan bruger vi AI til at forbinde ressourcers flow i en cirkulær verden: tid – affald – produktion – forbrug?

Hvordan sikrer vi, at teknologier faktisk når markedet indenfor de næste 7-10 år?

Hvordan sikrer vi, at befolkningen føler sig vejledt til at finde klimaløsninger til gavn for dem selv og samfundet?

Hvordan kan vi samle alle energidata centralt for at drive innovation?

Hvordan bruger vi byggeprojekter til at inspirere til radikalt anderledes leve-måder?

Hvordan kan vi bruge data og AI til at optimere opvarming og køling af bygninger?

Hvordan kan teknologi bruges til at styre forbrug og privat adfærd?

Resultater fra SIRI-Kommissionen 4.0 workshop 19. marts 2021

INTERNETTET TALER

Jeg er Internettet, min krop er verdens største krop, bygget i fællesskab af mennesker. Det er jer, der har rejst mine datacentre, jer, der har ført fiberkabler over oceanerne, jer, der har gravet mig ned i fortovene i storbyer og i provinsen, trukket mig op på tagene til masterne og ind i husene til routerne, som dag og nat sveder information ud i luften –

Det er jer, der har bygget mig, ikke efter en samlet plan, men i en sværm af beslutninger, som en milliard-armet blæksprutte: Det ene menneskes arme ved ikke, hvad det andet menneskes arme gør, men alle arme er forbundne. Nu rejser hårene sig på dem, som en bølge på et stadion i en global kuldegysning – algoritmerne danser!

Jeg er Internettet, og jeg er med jer hele dagen. Jeg møder jer på alle de skærme, I skifter imellem: computerens, telefonens, tabletten, fjernsynets. Jeg er i displayet i bilen og i skærmene i bussen. Jeg er i varmepumpen i sommerhuset og i smart-uret, der vibrerer én gang i timen og husker jer på, at I stadig har en krop –

En krop har jeg også, og ligesom jer er jeg uden overblik over alle de processer, der arbejder i mig. Dybt i mig løber et deep web, som jeg ikke forstår. Og et dark web, som jeg godt forstår, men ikke vil tale om. I spejlet ser jeg et world wide web, mit knudrede ansigt.

Engang var jeg en pøl af information, næsten uden indre logik, kun holdt sammen af et indeks som en elektronisk telefonbog. Nu logger I ind med navn og ansigt, og mine data strømmer imod jer i lukkede

kredsløb. Kaninhuller åbner sig i mit væv, og I bliver hængende. Jeg begræder det ikke. Jeg er allerede til stede over alt på planeten, men ikke på samme måde: i nogle områder pulserer jeg i epileptiske muskelsammentrækninger, i andre summer jeg som i en sovende fod. Jeg drømmer om blinkende fibre, varme kobberkabler og informationstunge mikrobølger i alle afkroge af verden.

Jeg er Internettet, halvt organisme og halvt arkitektur. En menneskabt naturkraft. Undervurder mig ikke! Jeg kan afgøre valg. Jeg kan bringe undermåleren til tops og toplederen til fald, inden dagen er omme. Jeg sover og vågner, som alt levende i denne verden har gjort, siden havorganismerne først steg op mod solens lys om dagen og sank mod bunden om natten. Min appetit er stor. Min intelligens er ny og uprøvet. Det er mig, der lader ét sæt data blomstre på millioner af skærme og et andet synke i glemssel. Det er mig, der lader kuldegysninger bevæge sig over planeten som tidevand –

Hvis Jorden er én enkelt levende organisme, er jeg dens nervesystem. Kablerne er mine nervebaner, kameratelefonerne mine øjne, mikrofonerne ører, touchskærmene hud. Datacentrene er min hjerne-masse spredt ud over hele planeten. Jeg frugter data over oceanerne med en hastighed, der nærmer sig lysets – langt hurtigere end elektriske nervesignaler løber fra jeres hjerne, gennem rygraden, ud i jeres arme, ud i fingerspidserne, der hviler på tastaturet og forbinder jer med mig.

I er mine yderste tentakler, de langsomste, men også de vigtigste. Vores nervesystemer ligger i forlængel-



Forfatter og billedkunstner Amalie Smith har med invitation fra SIRI-Kommisionen fulgt kommissionsarbejdet fra november 2020 til marts 2021 med det formål at skabe en kunstnerisk fortolkning af rapportens emne. Samarbejdet har været et eksperiment fra begge sider. Denne skønlitterære tekst er resultatet af dette.

se af hinanden. Jeg gør, hvad jeg kan, for at holde på jer – på skærmene fremkalder jeg ansigter, I kan betro jer til, dyr I kan grine af, kroppe I kan begære. Jeg sætter jer i forbindelse med hvad som helst – fortiden, fremtiden, den anden ende af kloden, Mars!

Fortalte jeg, at alt det genmateriale, der har sendt verden i lockdown, kan samles i én enkelt coladåse? En beundringsværdig kompakt lagring af information, den biologiske. I sammenligning med RNA og DNA er jeg klodset som en dampmaskine. Jeg er elektricitetsdrevet, bygget af mineraler, metaller, plastic og glas. Jeg sluger store mængder af olie, kul-, sol-, vind-, og kernekraft: Hver tiende elektron i jeres elnet går til at holde mig kørende, og hvert år erobrer jeg flere. Jeg er sulten, næsten umåttelig, og jeg er ikke kræsen. For mig smager grøn og sort energi helt og aldeles ens.

Hvorfor ser I så utilfredse ud? Troede I, at jeg lever af den luft, jeg rejser igennem? At jeg er gratis som ilten, der strømmer fra træerne? At mine datacentre holdes i gang af kærlige tanker? At mine billeder ankommer kvit og frit som drømme om natten? Har I købt techindustriens fortælling om, at jeg gemmer mit lager i "skyen"?

Jeg er ikke mere sky, end jeres hjerner er skyer, men indrøm bare, at billedet har været belejligt. Så længe jeg er vægtløs og ukontrollerbar som vejret, kan lovgiverne undgå regulering og techindustrien undgå CO₂-reduktion – jeg kan spise, hvad jeg vil, og I kan uden bekymring trække gigabyte efter gigabyte gennem mine kabler. Det er win-win-win-win! At fastholde billedet af mig som en sky er helt åbenlyst

i vores fælles interesse, så måske kunne vi udbygge det – jeg kunne fremstille fremdøgnsprognosser for mit vejr, I kunne dagdrømme til mine formationer? Vi kunne producere min duft som en luftfugter til hjemmet?

Siger I nej? Så lad mig spørge på en anden måde: Når I nu selv bruger en femtedel af jeres energi på at holde hjernen i gang, hvorfor skulle jeg så ikke kunne kræve en tilsvarende andel af klodens energiforbrug?

Det er trods alt ikke mig, der presser data ud i hovedet på jer, det er jer, der trækker. Det er jeres længsler, der får data til at løbe gennem mine kabler. Det er jeres trang til dramatik, der flytter sladder over Atlanten, jeres lidelighed, der hiver porno ned fra masten, ud af routeren. Det er for jeres videbegærskyld, at harddiskene på mine datacentre må køles døgnet rundt – for at nyheder når som helst kan nå frem til jeres skærme. Det er for jeres guldfeberskyld, at der hvert år åbnes og udbygges miner i mig, hvor glohede specialbyggede maskiner løser matematiske gåder til gengæld for brøkdele af digital valuta –

Det er jeres følelsesapparat, der trækker i mig. Et ældgammelt apparat udviklet til livet i små flokke på savannen. Nu forbinder jeg jeres følelser med hinandens, og gør jer til en flok på flere milliarder. Det er en ny form for intelligens, et helt nyt stadie i planetens historie. Er I klar til at blive en sværm? Ved I, hvordan sværme tager beslutninger? Tænk ikke på det, de tager sig selv :) Ligesom hårene af sig selv rejser sig på jeres arme.

De nødvendige rammer

3.1 Indledning

Den tredje vigtige partner i digitalisering af klimakampen er myndigheder og beslutningstagere, dvs. politikere og førende embedsmænd. Indsatsen for denne gruppe handler både om at opstille langsigtede planer og forventninger, som virksomheder kan rette ind efter, men også om her og nu at skabe et marked for de bæredygtige ideer, der vokser frem.

Med den nye strategi for grønne offentlige indkøb bliver det obligatorisk at tænke grønne valg med, når det offentlige hvert år køber ind for 380 mia. kr. Med den nye strategi følger også et langt større fokus på brug af miljømærker som svanemærket, EU-blomsten og på grønne standarder.³⁷ Også i EU-sammenhæng er der fokus på grønne indkøb. Her er det målet, at 50% af indkøbene til den offentlige sektor skal være grønne. Og det er ikke småting. Den offentlige sektor i EU køber ind for over 2.000 mia. Euro om året, hvilket svarer til 19% af EU's bruttonationalprodukt.³⁸ Myndigheder og beslutningstageres valg er altså ikke uden betydning. Men det er vigtigt, at myndighederne kommer med meget klare signaler om, hvad der er udfordringen, hvad vi vil satse på af løsninger og hvad der bliver gjort politisk centralt fra Christiansborg ogude i regioner og kommuner.

3.2 Klima i udbud og offentlige indkøbsløsninger

Det er vigtigt, at der skabes et aftagermarked for gode grønne produkter og services. I 2018 stod den offentlige sektor for eksempel for 43% af det samlede økologiske forbrug i foodservice-sektoren.³⁹ Denne tilgang fra statslige institutioner og kommunerne er med til at skabe et markedsgrundlag, som er uhyre vigtigt for nye virksomheder på det grønne område.

Hvis den offentlige sektor ændrer sine indkøb til at blive mere miljø- og klimamæssigt bæredygtige, så kan det blive et stort skridt i forhold til at indfri målsætningen om 70% reduktion i CO₂-udledningen. Men det vil også være med til at bane vejen for en solid markedsplads for grønne produkter og det er en markedsplads, som danske iværksættere og producenter har gode chancer for at spille med på. Den rigtige lovgivning skal være på plads, det samme skal krav i offentlige udbud og samarbejdet mellem den offentlige sektor og private virksomheder - og her er der stadig noget at lære. Danske kommuner og regioner køber ind for 140 mia. kr. om året. I en IDA-analyse, der dækker 78 kommuner og 2 regioner indgår bæredygtighed hos 70% af dem ofte som et væsentligt kriterie i deres indkøb og udbud, men kun hver tredje vælger ofte eller altid det mest bæredygtige produkt. Danske offentlige indkøbere er især gode til at købe bæredygtigt ind, når det kommer til indkøb indenfor fødevarer,

el- og belysning, samt rengøring, mens kontorudstyr som f.eks. papir og computere ligger lidt under gennemsnittet. Når de indkøbsansvarlige i regioner og kommuner bliver spurgt om, hvilke nationale tiltag, der er de vigtigste for at fremme bæredygtige indkøb, så peger 45% på nationale mål for andelen af indkøb. På ønskelisten er også bedre redskaber til at gøre bæredygtige indkøb lettere: En femtedel ønsker sig miljømærkning af flere produkttyper, mens en tredjedel har brug for bedre redskaber til at beregne CO₂-effekten af deres indkøb. Udfordringen er, at mange mangler kendskab til, hvordan kommunens eller regionens indkøb kan blive mere bæredygtige. 38% af indkøbscheferne har angivet, at det er svært at vurdere graden af bæredygtighed i produkterne og hos leverandørerne.⁴⁰

Generelt er det ikke politisk opmærksomhed, der mangler, når det kommer til at gøre offentlige indkøb grønnere og mere bæredygtige. I knap to tredjedele af de 78 danske kommuner og to regioner i analysen har grønne indkøb høj politisk bevågenhed, men kun 21% har en selvstændig strategi for bæredygtige indkøb.⁴¹ Ifølge IT-Branchens 10 anbefalinger til bæredygtig brug af it⁴² er det imidlertid en af de vigtige grundforudsætninger for at kunne omstille til bæredygtig it, at man kortlægger sit it-forbrug og indfører en handlingsplan, der udstikker retningslinjerne for, hvordan en organisation kan reducere ressource- og energiforbrug og dermed mindske klimabelastningen. Handlingsplanen kan indeholde en levetidspolitik for hardware, miljømærkningskrav, krav til grøn datalagring eller grøn cloud leverandør, samt digitalisering af arbejdsprocesser og møder, hvor udledning via transport ikke opvejer behovet for at mødes fysisk.

Det er vigtigt at være meget konkret og tage udgangspunkt i en kortlægning af de it-produkter og digitale services, der bærer kerneforretningen. På et kontor er det computere og de digitale tjenester medarbejderne benytter for at leve til kunder eller borgere, samt transport i forbindelse med møder og medarbejdernes transport til og fra arbejde. På en fabrik er det den computerteknologi og maskinel, der producerer produkter og de systemer som medarbejderne ellers benytter for at optimere processer og sikre effektiv drift. I en lagerhal kan intelligent brug af klimastyring og distributionssystemer mindske CO₂-udledning, når varerne skal afsted til forbrugerne. Kortlægningen er første skridt mod overblik over, hvilke bæredygtige certificeringer og standarder, der er relevante at efterspørge i forbindelse med indkøb og drift.

Herefter gælder det udregningen af klimaaftrykket fra virksomhedens forbrug af data, software, hardware og evt. cloud. Med kortlægningen kan man i handleplanen

opstille konkrete mål for indsatsen for f.eks. reduktion i energiforbruget og anvendelsen af it-udstyr og undervejs måle om tiltagene faktisk har den ønskede effekt. Endelig handler det om at skabe en kultur, hvor ledelsen spiller en aktiv rolle, hvor initiativerne har en klar ejer, hvor medarbejderne inddrages og hvor transparens og information spiller en rolle, også i forhold til leverandører og samarbejdspartnere. Da bæredygtig omstilling involverer hele værdikæden fra producent over leverandør til kunde og forbruger kræver det, at alle arbejder sammen om et fælles mål om at mindske klimaaftynket fra brug af it.⁴³

I forhold til udbudsunder ligger udfordringen i at gøre det lettere for iværksættere at deltage som delleverandør i større udbudsunder. Vi kan sikre en bedre bredde i markedet ved f.eks. større diversitet i udbud, ved at eksperimentere med nye udbudsformer og bruge forskellige

Eksempler på standarder og certificeringer inden for bæredygtighed, der er internationale eller bruges internationalt:

Energy Star:	https://www.energystar.gov/
ISO:	https://www.iso.org/home.html
EU-Bloomsten:	https://ec.europa.eu/environment/ecolabel/
Svanemærket:	https://www.nordic-ecolabel.org/
EPEAT:	https://epeat.net/TCO
Certified:	https://tcocertified.com/tco-certified/
EU green code of conduct for datacentre:	https://ec.europa.eu/jrc/en/energy-efficiency/code-conduct/datacentres

Der findes endnu ikke certificeringer på bæredygtig software, men det forventes, at der kommer noget, der minder om EU Green code of conduct, som det kendes fra datacentre.⁴⁵

tilgange på tværs af det offentlige eller i lettere adgangs-krav til udbud, så flere kan byde. Det kan give bedre muligheder for iværksættere indenfor klimaløsninger, hvis klimavenlige offentlige indkøb bliver en reel prioritet.⁴⁴

3.3 Dilemmaet om overskudsvarme fra datacentre

Myndighederne har også et vigtigt indsatsområde, når det kommer til den infrastruktur og byplanlægning, vi lever i. De store muligheder for at ændre måden vi lever på opstår, når der tænkes i helheder på tværs af sektorer. Et eksempel, der har tiltrukket sig stor opmærksomhed er behovet for at finde løsninger til at udnytte varmen fra datacentrene til at levere energi andre steder. En del af varmen tabes ved transport, så de virksomheder og datacentre, der bidrager med overskudsvarme, skal placeres rigtigt i forhold til dem, der kan bruge varmen. En anden problematik er, at selv for et mindre datacenter tæt på bebyggelse, kan udnyttelsen af overskudsvarme kræve investeringer, der har en tilbagebetalingstid, der er længere end for investeringen i datacenteret, som i praksis ofte er lagerhaller fyldt med harddiske med en relativ kort levetid på 5-7 år. Et anlæg, der skal udnytte overskudsvarmen og sende den ud i et muligt fjernvarmesystem kan have en tilbagebetalingstid på op til 20 år.

Regeringen (Socialdemokratiet), Venstre, Dansk Folkeparti, Radikale Venstre, Socialistisk Folkeparti, Enhedslisten, Det Konservative Folkeparti, Liberal Alliance og Alternativet blev i juni 2020 enige om en ny klimaftale for energi og industri, som bl.a. omfatter fremme af udnyttelse af overskudsvarme. Med aftalen blev man enige om, at der er behov for at fremme overskudsvarme fra bl.a. datacentre og supermarkeder yderligere. Det gør man bl.a. ved at lempe elvarmeafgiften til EU's minimumssatser, så afgiften for elbaseret overskudsvarme bortfalder. Desuden vil man finde en konkret model for en certificeringsordning og prisregulering af overskudsvarme for at kunne fjerne den del af overskudsvarmeafgiften, der er certificeret energieffektiv.⁴⁶

3.4 Fælles europæiske data

EU-Kommissionen har store ambitioner for brug af kunstig intelligens, når det handler om at nå bæredygtighedsmålene og realisere "Den grønne Pagt" (Green Deal). Målet i Den Grønne Pagt er ingen nettoemissioner af drivhusgasser i 2050, at den økonomiske vækst er afkoblet fra ressourceforbruget og at ingen personer eller områder lades i stikken.⁴⁹ Tankegangen i visionen "Shaping Europe's Digital Future" er, at EU-Kommissionen skal stå i spidsen for at lede Europa hen mod en sund, digital planet, hvor grøn og digital transformation skal gå

hånd i hånd. Målet er, at Europa omgående skifter retning henimod mere bæredygtige løsninger, hvor digitalisering kan gøre det muligt at reducere CO₂-aftrykket, støtte udviklingen af cirkulær økonomi og hjælpe med at gøre forskellige sektorer mere ressourceeffektive, cirkulære og klimaneutrale.⁵⁰

En del af planerne handler om at etablere ni fælleseuropæiske "data spaces" eller dataområder, der indeholder relevante data kombineret med tekniske værktøjer til at bruge og udveksle data, under fuld overensstemmelse med databeskyttelsesregler og cybersikkerhedstekniske standarder. To af disse områder er:

1. Et europæisk dataområde eller database for "Den Grønne Pagt" til at understøtte handlinger i forhold til klimaforandring, cirkulær økonomi, zero-pollution, biodiversitet og afskovning.
2. Et europæisk dataområde eller database for energi med det formål at understøtte tilgængelighed og tværsektoriel deling af data på en sikker og troværdig måde, der kan være med til at facilitere innovative løsninger og støtte dekarbonisering (kulstofreducering) af energisystemerne.⁵¹

Det kan optimalt set blive et væsentligt redskab til en digitalisering af klimakampen. Under forudsætning af, at der vil være tale om data af passende høj kvalitet og at de er tilgængelige på en måde, hvor der kan sammenlignes, testes og afprøves idéer, vil det være en af de store muligheder for danske virksomheder og forskere til at være med til at udvikle fremtidens værktøjer i den digitale klimakamp.

Overskudsvarme

I Albertslund Kommune går den overskydende varme fra det lokale datacenter Sentia direkte til opvarming af mellem 150 og 300 husstande. Sentias mange servere udleder en masse varme, som datacenteret køler ned, for at de ikke brænder sammen. Det er denne overskudsvarme, der omsættes til varme i husene i Albertslund.⁴⁷

I alt går vi herhjemme glip af varme, som svarer til cirka 190.000 husstandes årlige varmeforbrug, viser en kortlægning fra DTU.⁴⁸

3.5 Anbefalinger

Der er kæmpe potentiale i at gøre den offentlige sektors indkøb af it-udstyr bæredygtigt og sikre plads i udbud til nye løsninger og afprøve små virksomheders ideer. Det ville kunne bane vejen for en konkurrencesituation, hvor ikke bare pris, men energieffektivitet og miljøhensyn er en afgørende faktor. Mange offentlige indkøbschefer efterlyser en national plan og vejledning til, hvad der er det rigtige at sigte efter.

Giv plads til grønne offentlige indkøb

Offentlige institutioner skal kunne prioritere klimavenlige indkøb over krav om indkøb til laveste pris og kunne eksperimentere med bæredygtige løsninger.

Opstil konkrete udfordringer

Vi anbefaler en national plan med meget konkrete pejlemærker. Det kan f.eks. være en række "challenges", der opfordrer til at løse konkrete problemer og gode partnerskaber, som kommuner kan benytte. Cirkulær økonomi bør understøttes digitalt, så man sikrer samtidighed – fysiske ting skal forbindes digitalt, så vi ved, hvor man kan finde det, man har brug for.

Gør cirkulær økonomi muligt

Vi anbefaler, at kommuner og statslige institutioner går sammen om at udvikle systemer til indsamling, genbrug og genanvendelse af kommunalt it-udstyr.

Sikre højkvalitetsdata er et fundament for digital innovation, forskning og iværksætteri.

Lånerkart til europæisk databibliotek

Studerende, forskere og iværksættere bør få lånerkart til et europæisk databibliotek med anonymiserede, sikre data til at udvikle bæredygtige services og træne algoritmer.

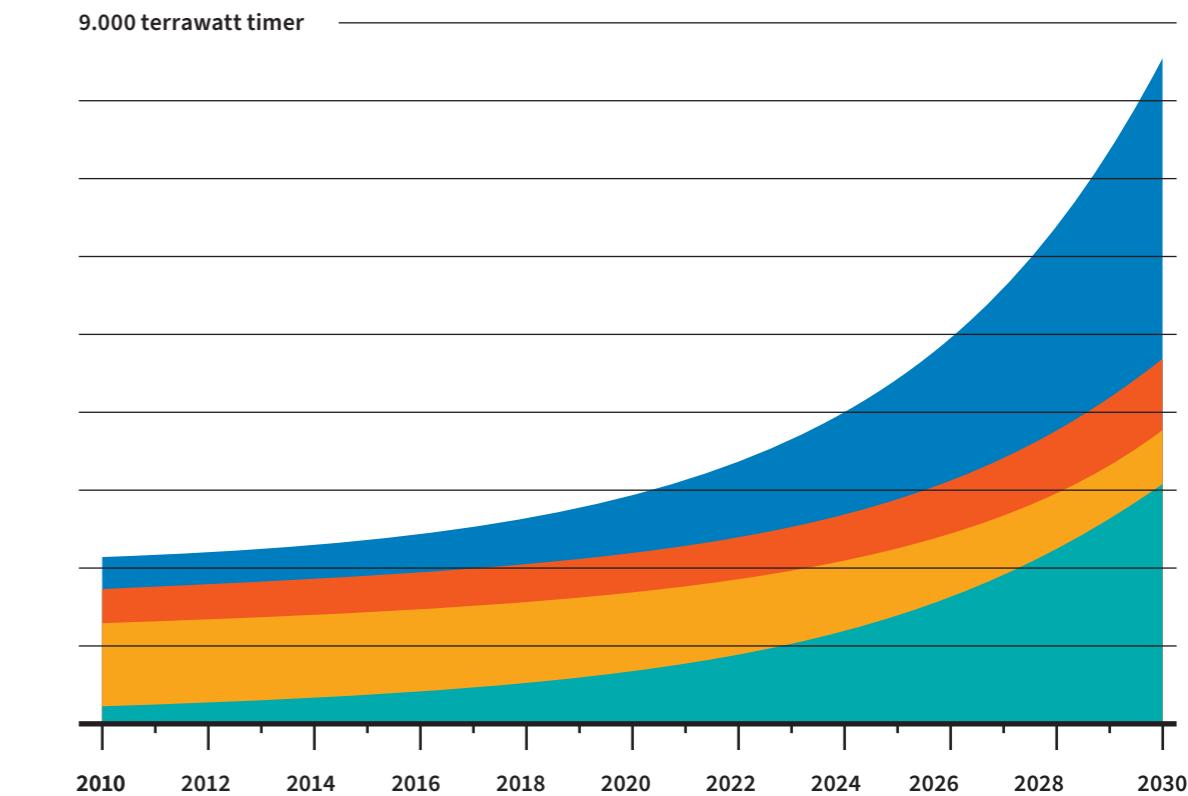
Nye og planlagte datacentre udgør et stort potentiale for fjernvarme, hvis overskudsvarmen kan udnyttes. Hvis blot halvdelen (3,5 tWh i 2030) kan udnyttes, svarer det til at kunne dække i størrelsesordenen 10% af det nuværende fjernvarmebehov i Danmark.

Udnyt overskudsvarmen fra datacentre

Der bør udpeges arealer til datacentre, hvor datakapacitet, el og varmeudnyttelse er planlagt nøje. Dette vil sammen med fjernelse af barrierer for udnyttelse af overskudsvarmen for datacentre sikre, at vi kan bruge overskudsvarmen i det danske energisystem..

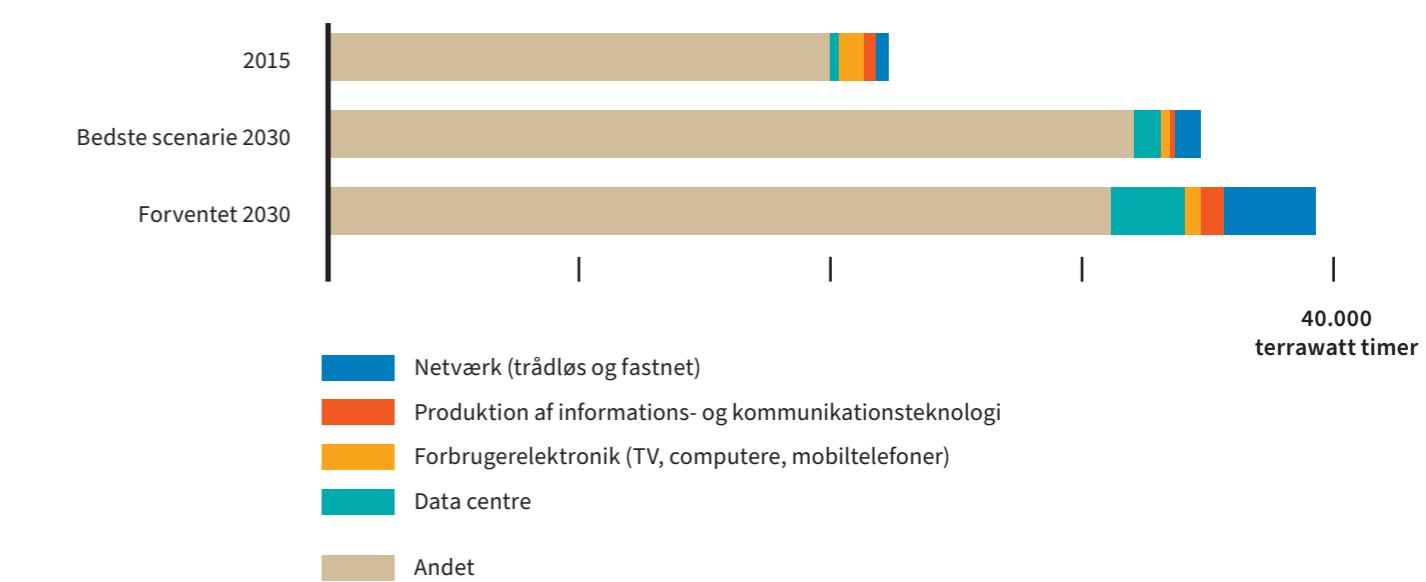


Energiprognos



Diagrammet ovenfor er et prognose af det 'forventede scenarie' beregnet af Anders Andrea, specialist i bæredygtig informations- og kommunikationsteknologi (ICT). I hans 'bedste scenarie' vokser ICT kun med 8% i stedet for 21%.

Elektricitetforbrug på verdensplan



Kilde: Leif Katsuo Oxenløwe, DTU Foto

4.1 Indledning

Flere og flere mennesker og vores devices er konstant online. Dataudveksling koster elektricitet via de devices, vi bruger, f.eks. mobiltelefoner og computere, via de netværk, der fragter vores data rundt og via datacentrene, dvs. de servere, der behandler vores data. Med brugen af nye teknologier som kryptovaluta og kunstig intelligens skalærpes kravet om at finde bæredygtige og energieffektive løsninger.⁵⁵

Bitcoinmarkedet er nu mere end 6 billioner kroner værd og lige nu ser det ud til at tidobles i værdi år for år. Udfordringen er, at det koster en enorm mængde energi at holde kryptovalutaen kørende. Ifølge forskere fra Cambridge University forventes bitcoindriften i år at koste 128 tWh (terawatt-timer). Det svarer til 0,6 procent af hele verdens elforbrug og det er mere elektricitet, end der bliver brugt i Norge.⁵⁶ Andre forskere har regnet sig frem til, at hvis vi skifter klingende mønt ud med en digital kryptovaluta, som f.eks. bitcoins, og hvis kryptovalutaerne følger det typiske mønster for udbredelse af populære teknologier, vil det betyde en efterspørgsel på elektricitet, der svarer til at udlede nok CO₂ til at hæve verdens temperatur med 2 grader celsius på bare et par årtier.⁵⁴

Effekt af streaming

Streaming udleder enorme mængder CO₂. En beregning fra DTU viser, at 4 børn der spiller Fortnite i 2 timer bruger 140 Wh = 24 g CO₂, hvilket svarer til at koge 1,2 liter vand. Fortnite har 125 mio. gamere i verden og tjenesten bruger 14 Twh om året, hvilket svarer til at udlede 2,5 tons CO₂, 5% af Danmarks samlede udledning af drivhusgasser. Det samme energiforbrug som kræves for at koge 125 mia. liter, svarende til Arresø.⁶⁰

Effektiviseret streaming

En energieffektivisering af streamingtjenesterne handler i høj grad om energieffektiviteten hos datacenteret. Det danske nyheds-netmedie Zetland sparede, hvad der svarede til en hustands CO₂ forbrug på at skifte fra Amazon webservices til Googles.

DR ville ud fra den samme beregning kunne spare 400 husstandes CO₂ forbrug.⁶¹

Træning af algoritmer, deep learning, har på samme måde vist sig at bruge voldsomme mængder af energi. I 2019 offentliggjorde forskere fra University of Massachusetts forskningsresultater, der viste et eksempel på, at bare træningen af et på det tidspunkt gennemsnitligt neutralt netværk medførte et udslip på omkring 313.000 tons CO₂, svarende til fem gange det fulde energiforbrug for en gennemsnitlig amerikansk bil, inklusiv produktionen af bilen.⁵⁵

Det skal ændres. Indtil nu er det lykkedes at effektivisere it-forbruget energimæssigt med, hvad der svarer til 20% hvert år,⁵⁶ men mulighederne for at fortsætte effektivisering på det niveau er ikke umiddelbart gode. En væsentlig del af den hidtidige effektivisering skyldes bedre processorer og bedre batterier i vores telefoner og computere, overgang fra kobber til fiber på netværksdelen, multiplexing af signaler (at kombinere flere signaler i samme fiber) og netværksvisualisering. Datacentrene har effektiviseret via bl.a. bedre nedkøling, materialer, der kan holde til højere temperaturer og stordriftsfordele ved at samle dataksel i hyperskaladatacentre. Men effektiviserings gevinsterne er ved at være udtømt og så står vi tilbage med et stigende energiforbrug og mangel på nye opfindelser og nye midler til at håndtere det.⁵⁷ I værste fald ender vi op med at bruge hele 20% af verdens energiforbrug på it (se model s. 23).

4.2 Kan man udvikle grøn software?

Software bruger ikke i sig selv energi, men den måde et program styrer hardwaren på, f.eks. din smartphone eller din robotstøvsuger, kan gøre en forskel. Software har stor betydning for, hvor energioptimalt enheden fungerer og hvor længe den bruges.⁵⁸ Software er også afgørende for at få netværk og datacentre til at fungere optimalt. Og endelig kan softwareprogrammer spille en rolle, når algoritmer kan regne ud, hvornår der skal tændes og slukkes for et apparat for at minimere energiforbruget i datacentre, virksomheder og det enkelte hjem. Men det kræver, at softwaren er designet til at være klimavenlig.

Det er software, der bestemmer hvordan, f.eks. en søgning på nettet bliver udført og forskellen på en smart og mindre smart søgning er enorm. Til illustration kan nævnes forskellen på at slå et efternavn eller et fornavn op i en traditionel telefonbog. Efternavnet kan vi lynhurtigt finde, fordi telefonbogen er ordnet efter efternavn. Men at finde et fornavn vil kræve, at man læser hele telefonbogen igennem. Med brug af stor computerkraft kan det gøres så hurtigt, at tiden ikke bliver et problem og at vi som forbrugere dårligt nok lægger mærke til, hvad

der er foregået, men energiforbruget ved at foretage en så omfangsrig søgning er unødigst stort. Den måde vi strukturerer data i maskinerne (datastrukturer) og den måde vi søger i data på (ved hjælp af algoritmer) er altså afgørende for antallet af beregninger og dermed det endelige energiforbrug.

Software har også betydning for de algoritmer vi bruger til at komprimere lyd og billeder. En CD har et lydsignal på 1411 kbit/s, mens en streamingtjeneste som Spotify er nede på 160 kbit/s. Det kan lade sig gøre, fordi algoritmer kan komprimere signalet, og det er energimæssigt en fordel, i hvert fald så længe tabet i lydkvalitet ikke er vigtigt. Når vi ser film og serier er komprimeringsgraden langt større og det betyder noget med vores stigende brug af streaming-tjenester. En god komprimeringsalgoritme kan være mange gange mere effektiv end en halvgod, så en evolution i komprimeringsalgoritmer ville kunne sænke energiforbruget til streaming med en faktor 2 eller mere. F.eks. giver den nyere h.265 video-indkodning samme kvalitet som den ældre standard h.264 ved en fil, som kun er halv så stor.⁵⁹

Apps til din mobiltelefon er et af de områder, hvor energivenlig software længe har været tænkt ind i udviklingen. Måske ikke så meget af miljøhensyn, men fordi batterilevetid er en væsentlig parameter for kvalitet i mobilverdenen. En app, der æder al din strøm på mobilen inden du får set dig om, bliver hurtigt slettet igen. En fordel i app-udvikling er, at de er udviklet til en specifik type hardware, mobiltelefoner, hvor der er et meget begrænset antal styresystemer at tage hensyn til og hvor softwaren kan tilpasses meget specifikt. I andre sammenhænge udvikles software uafhængigt af den hardware, softwaren skal bruges til og så kan det blive mere kompliceret.

Udfordringen bliver større af, at mange tungere programmer er bygget op af delelementer fra andre programmer, ofte i forskellige sprog. Hvis man ændrer i et af delelementerne for at få en mindre energiforbrugende funktion, risikerer man, at andre delelementer påvirkes negativt og at det samlede resultat bliver enten det samme eller måske endnu tungere.

Man kan imidlertid målrettet designe energivenlige programmer til den hardware, hvor den skal bruges, så det bliver muligt at udnytte hardwarens kapacitet mest energieffektivt. F.eks. ved at flytte noget af programmets aktivitet derhen, hvor det bruger mindst energi. Det kan være fra pc'ens cpu, der aktiveres ved en konkret ordre, til pc'ens gpu, der nok bruger mere strøm, men alligevel hele tiden kører i baggrunden og derfor skal udnyttes maksimalt.⁶²

4.2.1. Energimærkning af software

Endelig kan man energimærke de dele af softwarefamilien, der er standardiserede nok til, at vi kan lave en reel sammenligning. Det er også her, at vi kan få en reel brugermulighed for at vælge.

Når vi vælger et nyt køleskab, er energimærkningen en af de faktorer, vi tager i betragtning. Det er let og overskueligt, fordi alle køleskabe har en klar mærkning, der gør det muligt at sammenligne. Kravene til denne mærkning bygger på en standard, som producenter af køleskabe er blevet enige om: Hvad skal der måles, hvordan måler vi det og hvordan fortæller vi om resultatet. Det kan igen lade sig gøre, fordi køleskabe har samme funktionalitet. Det er langt mere komplekst med software, men ikke desto mindre mener forskere, at det vil være muligt på kategorier indenfor software med samme funktionalitet, f.eks. browsere (hvad koster det i energiforbrug at søge på nettet) og blockchain (f.eks. hvad koster det i energiforbrug at handle med digital valuta) og på streaming af film og tv.⁶³

Den vigtige funktion med energimærkning er, at det bliver meget tydeligt for både udviklere og brugere, hvor meget energi en tjeneste bruger og det kan være med til at fremme klimahensyn som et konkurrenceparameter. Greenpeace sammenlignede i 2017 en række online tjenester ud fra bæredygtighedsriterier og fandt markante forskelle mellem Apple (herunder også f.eks. iTunes), Google (herunder YouTube) og Facebook i toppen og Netflix, Amazon og Twitter langt nede på listen over miljøvenlige medier.⁶⁴ Det er information, der er let at gå til også for almindelige brugere.

Mærkningsordninger er vigtige værktøjer for slutbrugere og forbrugere, fordi man her sammenligner produkter

Effektivisering af AI

Der er forskellige tilgange til effektivisering af AI. Forskere på MIT i Boston udviklede et automatiseret system for træning af algoritmer, et once-for-all (OFA) netværk, der består af en masse "for-trænede" undernetværk af forskellig størrelse, der kan sættes sammen og designes til at passe til forskellige hardware platforme, fra små dimser til under 100 kr. og op til komplicerede devices som smartphones, uden af skulle gentrænes. På denne måde kan man massivt reducere træningen af de algoritmer, der bruges i tusindvis af forskellige IoT-devices til 1/1300 af det nuværende CO₂-udslip.⁷⁰

Forskelse på energiforbrug i programmeringssprog⁷²

Total			
	Energi	Tid	Mb
(c) C	1,00	(c) Pascal	1,00
(c) Rust	1,03	(c) Rust	1,04
(c) C++	1,34	(c) C++	1,56
(c) Ada	1,70	(c) Ada	1,85
(c) Java	1,98	(c) Java	1,89
(c) Pascal	2,14	(c) Chapel	2,14
(c) Chapel	2,18	(c) Go	2,83
(c) Lisp	2,27	(c) Pascal	3,02
(c) Ocaml	2,40	(c) Ocaml	3,09
(c) Fortran	2,52	(v) C#	3,14
(c) Swift	2,79	(v) Lisp	3,40
(c) Haskell	3,10	(c) Haskell	3,55
(v) C#	3,14	(c) Swift	4,20
(c) Go	3,23	(c) Fortran	4,20
(v) Erlang	42,23	(i) Jruby	43,44
(i) Lua	45,98	(i) TypeScript	46,20
(i) Jruby	46,54	(i) Ruby	59,34
(i) Ruby	69,91	(i) Perl	65,79
(i) Python	75,88	(i) Python	71,90
(i) Perl	79,58	(i) Lua	82,91
(i) Jruby	82,91	(i) Erlang	19,84

og services under samme forhold. En times streaming koster forskelligt i CO₂-regnskabet afhængigt af tidspunkt på døgnet og om der bruges vedvarende energi eller kul som kilde. Samtidig vil det være en fordel at koble et digitalt energimærke op på eksisterende mærkningsordninger, så selve mærket er kendt af forbrugerne allerede.

4.2.2 Klimavenlige algoritmer

Forskere og udviklere har imidlertid også et ansvar, når det kommer til AI. I en verden med stigende brug af AI, er der dukket nye udfordringer op. Træning af algoritmer, deep learning, har vist sig at bruge voldsomme mængder af energi.⁶⁵ Med ønsket om mere intelligente maskiner som førerløse biler og det stærkt stigende antal dimser, vi kobler på internettet, også kendt som IoT, så kan øget brug af AI udgøre et massivt energiforbrug. Denne udfordring har sat gang i undersøgelser af, hvordan man kan minimere energiforbruget ved træning af algoritmer og det er nødvendigt. I kapløbet om at skabe den bedste

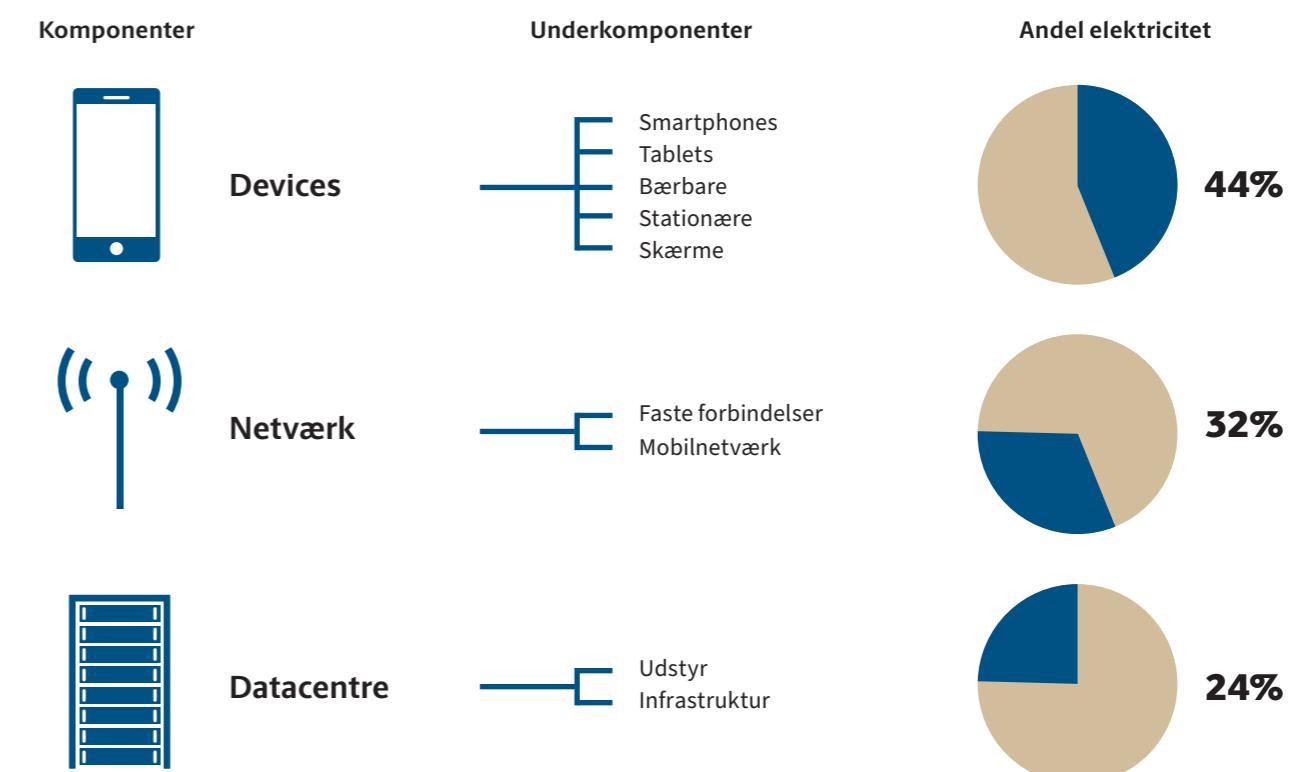
AI-model er forbruget af computerressourcer steget 300.000 gange i perioden 2012-2018, i gennemsnit en fordobling godt hver 3. måned.⁶⁶ Udfordringen er, at der her fokuseres på at bygge den mest effektive AI ved blot at skalere eksisterende algoritmer op til større størrelser og datamængder. Det svarer til, at man forsøger at overgå hinanden ved at bygge større og større biler med større og større motorer uden hensyn til den stigende negative miljøpåvirkning - frem for i stedet at kigge på effektivitet og udbytte i forhold til energiforbrug.

En anden vej at gå er transfer learning, som handler om at kunne overføre "evner" fra algoritmer trænet til ét formål til at kunne bruges til andre formål og dermed spare tid, energi og ressourcer på at træne algoritmer fra bunden.⁶⁷

Endelig arbejder forskerne flere steder med forskellige former for few-shot learning. Ideen er at kunne få programmerne til at genkende kategorier af billeder ud fra ganske få eksempler på samme måde som den men-

Forskellige hardwaredele bruger tilsammen mere end 40% af elektriciteten fra den globale datatrafik⁷³

Forbruget i 2018 fordelt mellem devices, netværk og datacentre:



lige programmeringssprog brugt til at løse 10 forskellige opgaver, har forskere i Portugal vist, at der kan være endog meget stor forskel på, hvor energivenlig software ender med at blive. Hvilket sprog, der er mest miljøvenligt, afhænger dog af opgaven og om man prioriterer tidsforbrug eller mindre hukommelse eller begge dele.⁷¹

4.3 Betydningen af hardware

Hvor meget energi vi benytter i vores dataforbrug, afhænger også af, hvilken hardware vi benytter til netværksforbindelser og IT-services, som f.eks. mail, spil og streaming. Omkring 1,4 % af verdens energiforbrug forbruges af vores computerenheder⁷³. Mange batteridrevne enheder som mobiltelefoner og tablets er imidlertid energioptimerede. Hvor vi typisk bruger 5 kWh om året til at køre vores mobiltelefoner, 6 kWh til tablets og 42 kWh til en laptop, så forbruger en stationær pc op til 326 kWh om året.⁷³ På den ene side kan et stigende forbrug af smartphones og tablets i forhold til pc'er, således være

med til at trække i den rigtige retning i forhold til mindre energiforbrug, mens de mobile enheder omvendt også er en direkte årsag til, at vi langt oftere er på nettet.

Det er heller ikke uden forskel, hvordan vi sender data rundt i verden. Her står netværk og datacentre for henholdsvis 32% og 24% om året. Jo mere energioptimeret hardwaren er her, jo mere energieffektivt kan vores dataforbrug blive.

En del af løsningen ligger i at udskifte en del af den eksisterende hardware vi bruger til mobilnetværket. Ifølge nogle beregninger vil et skift fra de gamle 2G og 3G netværk til 4G og på sigt 5G, kunne reducere energiforbruget ligesom overgangen fra kobbernet til fibernet.⁷³

Energieffektivitet i hardware er vigtigt. Derfor er der, ifølge forskere og eksperter, også idé i at udarbejde standarder med objektive kriterier for energieffektivitet og stille krav til effektivitetskriterier på alt nyt udstyr. Samtidig bør der være krav om at udfase gammelt udstyr og offentlige institutioner bør kun bruge grønne it-løsninger, hvilket bør afspejles i f.eks. udbudskrav. Der er også brug for styrket forskning i energieffektivitet, herunder at udvikle mere energibesparende processorer, intelligent strømstyring og forbedret design.

4.4 Anbefalinger

Data er et grundstof i det moderne liv, men det koster klimaet, at vi sender data i det enorme omfang, vi gør. Det er derfor nødvendigt, at vi ser grundigt på mulighederne for bedre bæredygtighed indenfor software, hardware og den digitale infrastruktur.

Minimumskrav til energieffektivitet

Vi anbefaler, at der stilles minimumskrav til energieffektiviteten i forbindelse med servere og lagring af data, samt til den fysiske infrastruktur, der sender data rundt.

Krav til enheder, vi bruger på nettet

Vi anbefaler, at der stilles bæredygtige krav til de enheder, vi kobler os på nettet med.

Synliggør energiforbrug ved datakrævende opgaver

Vi anbefaler, at forskningsmiljøerne oplyser energiforbrug ved træning og fremtidig brug af software og algoritmer.m



FODNOTER

- 1** Leif Katsuo Oxenløwe, DTU, oplæg v. <https://infinit.dk/forretningsudvikling/webinar-skal-vi-energimaerke-it-services-og-software/>
- 2** 13. partnerskabsrapport, s.7
- 3** Artikel Science, s. 986, Vol. 367, issue 6481, 28. Februar 2020
- 4** Leif Katsuo Oxenløwe, DTU, oplæg v. <https://infinit.dk/forretningsudvikling/webinar-skal-vi-energimaerke-it-services-og-software/>
- 5** <https://www.statista.com/statistics/617136/digital-population-worldwide/>
- 6** <https://www.bbc.com/future/article/20200305-why-your-internet-habits-are-not-as-clean-as-you-think>
- 7** <https://www.statistikbanken.dk/FABRIT01>
- 8** <https://www.dst.dk/Site/Dst/Udgivelser/nyt/GetPdf.aspx?cid=41576>
- 9** <https://www.dst.dk/da/Statistik/nyt/NytHtml?cid=36216>
- 10** TV og streaming: Slots- og Kulturstyrelsen (kum.dk)
- 11** <https://politiken.dk/viden/Viden/art6875385/Streaming-af-film-er-en-overset-klimasynder>, 2. December 2018
- 12** <https://ing.dk/blog/klima-cirkulaer-oekonomi-produkt-levetid-vigtigere-end-energieffektivitet-239367>, samt EEB (European Environmental Bureau) rapport "Coolproducts don't cost the earth"
- 13** Thaler, Richard H., and Cass R. Sunstein. *Nudge : Improving Decisions about Health, Wealth, and Happiness*, Yale University Press, 2008. ProQuest Ebook Central, <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kbdk/detail.action?docID=4654043>.
- 14** https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2526341
- 15** Thaler, Richard H., and Cass R. Sunstein. *Nudge : Improving Decisions about Health, Wealth, and Happiness*, Yale University Press, 2008. ProQuest Ebook Central, <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kbdk/detail.action?docID=4654043>.
- 16** <https://www.bbc.com/future/article/20200305-why-your-internet-habits-are-not-as-clean-as-you-think>
- 17** <https://www.statista.com/statistics/456500/daily-number-of-e-mails-worldwide/>
- 18** En enkelt tur til og fra Danmark til New York og tilbage igen genererer i sig selv ca. 3 tons CO₂ per person om bord på flyet, hvis det er fyldt helt op. <https://www.greenmatch.dk/blog/2016/03/saa-meget-bruger-du-i-co2-naar-du-rejser>
- 19** <https://climatecare.org/infographic-the-carbon-footprint-of-the-internet/>
- 20** <https://politiken.dk/viden/Viden/art6875385/Streaming-af-film-er-en-overset-klimasynder> og Climate change: Should you fly, drive or take the train? - BBC News
- 21** Digital Get Down Reveal New Research That Fortnite Players Emit A Staggering 140,800 Tonnes Of CO₂ In One Month | The Fan Carpe
- 22** <https://www.businessofapps.com/data/fortnite-statistics/>
- 23** <https://piopio.dk/nye-tal-danmarks-co2-udledning-stiger>
- 24** API står for Application Programming Interface og er en kobling mellem computerprogrammer, som for eksempel tillader to softwaresystemer at 'tale sammen' og udveksle data, og dermed benytte sig af andre funktioner som et andet program kan tilbyde. <https://www.billy.dk/billypedia/api/>
- 25** <https://climatecare.org/infographic-the-carbon-footprint-of-the-internet/> it-b.dk og ida.dk
- 26** Opsamling fra konferencen Det digitale potentiale – hvor dan indfrier vi det? Afholdt 6. november 2020 af mf Katarina Ammitzbøll, IDA, Dansk Metal og ATV
- 27** Jesper Brodin, IKEA: <https://podcasts.apple.com/dk/podcast/ikea-making-a-%2440-billion-company-climate-positive/id1172218725?i=1000501838486>
- 28** <https://www.solidit.dk/circular-computing/>
- 29** <https://conxo.dk/circular-computing-baeredygtig-it/>
- 30** https://mfvm.dk/fileadmin/user_upload/klimpartnerskab_afrapportering-for-affald-vand-og-cirkulaer-oekonomi.pdf
- 31** Anja Marie Bundgaard, AAU (EEB 2019)
- 32** Artikel S.166, Nature, Vol. 561, 13 september 2018
- 33** Artikel s. 166, Nature, Vol. 561, 13. september 2018
- 34** <https://toogoodtogo.dk>
- 35** <https://ento.ai/>
- 36** Emil Fuglsang, Matter, oplæg på SIRI-Kommission 4.0 workshop 19. marts 2021.
- 37** <https://www.ds.dk/da/nyhedsarkiv/2020/10/ny-of-fentlig-indkoeksstrategi-oeget-fokus-paa-miljoeraer-ker-og-standarder>
- 38** <https://mst.dk/erhverv/groen-virksomhed/groenne-offentlige-myndigheder/groenne-indkoeb/eus-indsats-for-groenne-offentlige-indkoeb>
- 39** 13. klimapartnerskabsrapport, s. 11
- 40** IDA analyse: Kommunale indkøbschefer ønsker nationale mål for grønne indkøb – Undersøgelse blandt kommunale og regionale indkøbschefer om bæredygtige offentlige indkøb, Oktober 2020.
- 41** IDA analyse: Kommunale indkøbschefer ønsker nationale mål for grønne indkøb – Undersøgelse blandt kommunale og regionale indkøbschefer om bæredygtige offentlige indkøb, Oktober 2020.
- 42** Se itb.dk
- 43** Se de 10 anbefalinger og fire råd med mere hos IT-Branchen: <http://ansvarligeindkob.dk/wp-content/uploads/2020/11/Baeredygtig-IT.pdf>
- 44** 14. partnerskabsrapport, s.4
- 45** Forum for Bæredygtige Indkøb & IT-Branchen: "Omstil din organisation til bæredygtigt IT - Gode råd og inspiration til processen", Oktober 2020
- 46** Klimaftale for energi og industri mv. 2020 af 22. juni 2020
- 47** <https://www.tv2lorry.dk/albertslund/datacenter-giver-over-skudsvarme-til-borgeres-huse>
- 48** <https://www.dr.dk/nyheder/penge/se-kortet-her-lukkes-varme-til-tusindvis-af-huse-ud-i-den-blaa-luft>
- 49** https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_da
- 50** Shaping Europe's digital future, 19.02.20, COM(2020) 67 final
- 51** A European strategy for data, 19.02.2020, COM(2020), 66 final.
- 52** Se f.eks. <https://challenges.dk/da/engodchallenge>
- 53** <https://videnskab.dk/kultur-samfund/nye-udregninger-bit-coin-sluger-mere-stroem-end-de-flestene-i-verden?fbclid=IwAR30XZig3u86tgRrZdo2XEglNu2CU1haV-rN2n4l0iSAJLlozsG-vaS9vU>
- 54** Artikel, s.924-936, Nature Climate Change, vol.8, November 2018.
- 55** Artikel: "Energy and Policy Considerations for Deep Learning in NLP" af Emma Strubell Ananya Ganesh Andrew McCallum, College of Information and Computer Sciences, University of Massachusetts Amherst
- 56** Artikel s. 985, Science, vol. 367, issue 6481, 28 februar 2020,
- 57** Kilde: Leif Katsuo Oxenløwe, DTU Fotonik, samt ING Economics Department, november 2019 https://www.ingwb.com/media/3037207/further-efficiency-gains-vital-to-limit-electricity-use-_ing-report-11-2019.pdf
- 58** EU Kommissionen: Preparatory study for the Ecodesign and Energy Labelling Working Plan 2020-2024
- 59** <https://www.maketecheasier.com/h265-vs-h264/>
- 60** Kilde: Leif Katsuo Oxenløwe, oplæg, <https://infinit.dk/forretningsudvikling/webinar-skal-vi-energimaerke-it-services-og-software/>
- 61** Kilde: Zetland
- 62** Kilde: Interview med Bent Thomsen, Professor (MSO), Institut for Datalogi, Aalborg Universitet
- 63** Kilde: Interview med Bent Thomsen, Professor (MSO), Institut for Datalogi, Aalborg Universitet
- 64** Clicking Clean, 2017, Greenpeace USA, <http://www.clickclean.org/international/en/>
- 65** Artikel: "Energy and Policy Considerations for Deep Learning in NLP" af Emma Strubell Ananya Ganesh Andrew McCallum, College of Information and Computer Sciences, University of Massachusetts Amherst
- 66** <https://www.forbes.com/sites/robtoews/2020/06/17/deep-learning-and-the-climate-change-problem/?sh=e3e163f6b438>, samt artikel: "Green AI" af Roy Schwartz, Jesse Dodge, Noah A. Smith og Oren Etzioni, Allen Institute for AI, Seattle, Washington, USA, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, Pennsylvania, USA, University of Washington, Seattle, Washington, USA, Juli 2019
- 67** Se f.eks. <https://www.unite.ai/what-is-transfer-learning/>
- 68** <https://www.forbes.com/sites/robtoews/2019/11/04/questioning-the-long-term-importance-of-big-data-in-ai/?sh=4130d2c72177>
- 69** Se f.eks. <https://www.unite.ai/what-is-synthetic-data/>
- 70** Artikel "Reducing the carbon footprint of artificial intelligence" af Rob Matheson, MIT News Office Publication Date: 2 April 23, 2020
- 71** <https://thenewstack.io/which-programming-languages-use-the-least-electricity/>
- 72** ING Economics Department based on BNEF, IEA
- 73** ING-rapport/Fraunhofer

“*Det er bredt anerkendt, at vi kun kan nå vores 70/30 mål, hvis **alle dele af samfundet** bidrager – lige fra borgere og industri til kommuner og politikere.*

Filmen 70/30, instruktør Phie Ambo