

# GUIDE TIL GRØN OMSTILLING I SOFTWAREUDVIKLING

Hvordan IT-virksomheder kan reducere energiforbrug  
i produkter, udvikling og drift.

## **Udarbejdet af**

Teknologisk Institut, Innovation og Digital Transformation  
Gregersensvej 1, 2650 Taastrup

*September 2026*

## **Forfattere**

Hellen Khosravi  
Cæcilie Gade-Holmbom  
Jessica Lønborg Olsen

## **Kontaktperson**

Hellen Khosravi  
Bæredygtighedskonsulent  
Mail: [helk@teknologisk.dk](mailto:helk@teknologisk.dk), Tlf.: 7220 3267

## **Udarbejdet for**

DigitalLead

*Projektet er medfinansieret af Den Europæiske Union og  
Virksomhedsudvikling Danmark*

Forsideillustration: Genereret af kunstig intelligens (AI).

# INDHOLDSFORTEGNELSE

|    |                                                                               |
|----|-------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <b>RESUMÉ</b>                                                                 |
| 5  | <b>OM GUIDEN</b>                                                              |
| 6  | HVAD ER GRØN SOFTWARE?                                                        |
| 7  | DE TO CENTRALE SPOR FOR GRØN SOFTWARE                                         |
| 8  | <b>GRØNNE FORRETNINGSMODELLER</b>                                             |
| 9  | FIRE FOKUSOMRÅDER FOR GRØNNE FORRETNINGSMODELLER                              |
| 10 | CASES FRA DANSKE IT-VIRKSOMHEDER                                              |
| 16 | <b>GRØNNE SOFTWAREUDIVKLINGSINITIATIVER</b>                                   |
| 17 | HVORDAN KAN MAN NEDBRINGE UDLEDNING FRA SOFTWARE?                             |
| 18 | GRØNNE INITIATIVER I SOFTWAREUDVIKLINGENS FASER                               |
| 23 | <b>VÆRKTØJ: SCREEN, PRIORITER OG GÅ I GANG MED GRØNNE SOFTWAREINITIATIVER</b> |
| 29 | <b>7 OVERORDNEDE TRIN TIL AT KOMME I GANG MED GRØN OMSTILLING</b>             |
| 33 | <b>HVIS DU VIL VIDE MERE</b>                                                  |
| 34 | <b>REFERENCER</b>                                                             |

# RESUMÉ

Digitale enheder og infrastruktur står globalt for **2-4% af den samlede CO<sub>2</sub>-udledning** [2]. For de knap 16.000 danske virksomheder, der arbejder med softwareudvikling [6], betyder det, at selv **mindre ændringer i, hvordan I designer, udvikler og drifter jeres software, kan gøre en mærkbar forskel** – både for klimaet og for bundlinjen.

## HVAD VISER RAPPORTEN?

- **Fem danske IT-virksomheder** (*CopenCloud, 3D Empire, EOSVOLT, Optimum Voyage og Prduct*) har allerede arbejdet struktureret med grøn omstilling og fundet konkrete forretningsfordele: Fra hurtigere kundevalidering til skarpere prioritering af, hvilke grønne initiativer der reelt skaber værdi.
- **Der er fire typiske fokusområder** hvor I kan indlejre grøn omstilling i jeres forretningsmodel, afhængigt af om jeres styrke ligger i selve produktet, driften, servicemodellen eller understøttelse af kunders compliance-arbejde.
- **Grøn omstilling i softwareudvikling** kan sidestilles med mindre kompleksitetsgæld: Hvis I fjerner unødvendige features, data, kode og afhængigheder, får I samtidig hurtigere udvikling, lettere vedligeholdelse og lavere driftsomkostninger.
- **Rapporten præsenterer konkrete initiativer**, I kan gå i gang med i hver fase af jeres udviklingsproces: *Fra planlægning og design til test og vedligehold*. For hvert initiativ viser vi, hvilke af de tre overordnede principper for grøn omstilling det understøtter:



GENERELLE PRINCIPPER FOR GRØN OMSTILLING I SOFTWAREUDVIKLING

## HVAD ER NÆSTE SKRIDT?

Rapporten giver jer et screeningsværktøj i 3 steps, som I kan bruge sammen med en tværfaglig gruppe fra jeres organisation:

1. **Screen** – Gennemgå de konkrete initiativer og udpeg 3-5, der er relevante for jer.
2. **Prioritér** – Vurdér initiativerne på klima, ressourcer, værditilbud og risiko.
3. **Test** – Vælg ét initiativ og afprøv det i lille skala, før I skalerer.

Guiden afsluttes med 7 konkrete trin, der kan bruges uanset om I starter i egen drift eller i det, I leverer til kunderne, så I hurtigt kan komme fra indsigt til handling.

# OM GUIDEN

## EN DEL AF LØSNINGEN, EN DEL AF UDFORDRINGEN

Den grønne omstilling har i de seneste år fået øget strategisk prioritet i erhvervslivet, og her spiller den digitale sektor en afgørende dobbeltrolle. På den ene side er software en stærk drivkraft, der kan optimere processer, understøtte den cirkulære økonomi og reducere ressourceforbruget på tværs af brancher [1]. På den anden side står digitale enheder og infrastruktur globalt for mellem 2 og 4 % af den samlede CO<sub>2</sub>-udledning [2], og digitale teknologier udgør samlet 8-10 % af vores energiforbrug [3]. Samtidig presser eksterne faktorer på: regulatoriske krav til rapportering, flere kunder, der efterspørger grønnere løsninger, og EU's krav til at modvirke greenwashing (ECGT-direktivet) [4]. Det sætter grøn softwareudvikling højt på den strategiske dagsorden hos både IT-ledere og investorer [5]. For danske IT-virksomheder, hvis kunder opererer på et af Europas mest digitaliserede markeder, skaber dette en oplagt mulighed for at styrke konkurrenceevnen og gå forrest i udviklingen af ressourcebesparende produkter, services og forretningsmodeller.

## HØST DE GRØNNE GEVINSTER

Når software optimeres til at blive mere energibesparende, reduceres samtidigt behovet for computerkraft, hukommelse og båndbredde. Arbejdet med grøn omstilling kan derfor **sidestilles med mindre kompleksitetsgæld**, fordi det handler om at fjerne det som ikke giver værdi, om det så er unødvendige features, data, kode, afhængigheder osv. Det kan både reducere klimaaftrykket, men også gøre det hurtigere at udvikle, lettere at vedligeholde, og give en bedre kundeoplevelse.

## POTENTIALE FOR DANSKE IT-VIRKSOMHEDER

Der findes knap 16.000 danske virksomheder, der arbejder med softwareudvikling [6], og det betyder, at selv små ændringer i, hvordan disse virksomheder designer, udvikler og drifter deres software, kan gøre en mærkbar forskel i det store billede.

**Denne guide** giver konkrete redskaber til, hvordan I kan arbejde med ressourcebesparende forretningsmodeller og softwareudvikling. Guiden tager afsæt i 5 virksomhedscases, et screeningsværktøj og overordnede anbefalinger.

*Denne guide er udviklet af Teknologisk Institut gennem et innovationsprojekt bevilget af DigitalLead og medudviklet af fem deltagende virksomheder: CopenCloud, Optimum Voyage, Prduct, EOSVOLT og 3D Empire. Projektet er medfinansieret af Den Europæiske Union og Virksomhedsudvikling Danmark.*



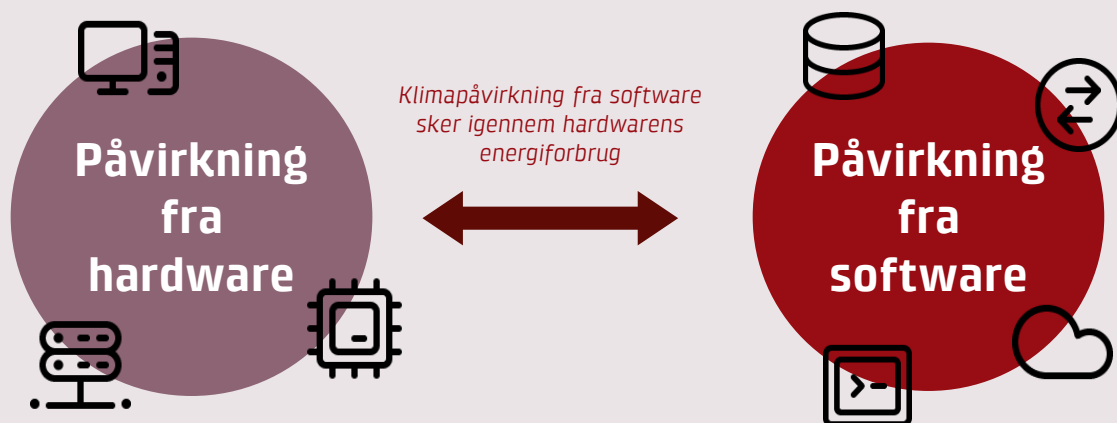
Medfinansieret af  
Den Europæiske Union

  
Virksomhedsudvikling  
Danmark

# HVAD ER GRØN SOFTWARE?

Begrebet "grøn software" dækker over arbejdet med at reducere energi- og ressourceforbruget, der kræves for at levere en given digital funktionalitet. Det betyder, at klimapåvirkningerne opstår helt fra den fysiske hardwarens produktion (servere, datacentre, netværksudstyr, computere m.v.) til dens bortskaffelse samt fra det løbende energiforbrug under drift. Klimapåvirkningen fra software (kodning, datahåndtering og -opbevaring) opstår altså gennem hardwarens energiforbrug [7].

Fordi det globale behov for digital kapacitet i dag overstiger de effektivitetsgevinster, der opnås på hardwarensiden, **er optimering af selve softwaren** blevet et kritisk redskab til at reducere klimabelastningen [8], og derfor er dette **guidens primære fokus**.



## HARDWARE

Den fysiske infrastrukturens levetid, udnyttelse og energieffektivitet har stor betydning for den samlede klimapåvirkning.

- **Produktion og bortskaffelse af hardware** udleder store mængder CO<sub>2</sub> og trækker på kritiske ressourcer [7]. Derfor kan minimering af forbruget, levetidsforlængelse og genbrug mindske klimapåvirkningen fra hardware.
- **Strømforbrug i driften:** Servere bruger betydelige mængder strøm, selv når der ikke er aktiv brugertrafik. Det er derfor vigtigt at prioritere energieffektiv hardware.

## SOFTWARE

Softwaren fungerer som den styrende enhed og forårsager dermed strømforbruget gennem hardwaren.

- **Ineffektiv kode** tvinger computerens processor til at arbejde i længere tid, og øger dermed strømforbruget.
- **Transport af store og ustrukturerede datamængder** belaster systemerne. Minimering og komprimering af data reducerer energiforbruget.
- **Opbevaring af ubrugte eller historiske data** kræver uafbrudt strøm til serverdrift. Struktureret datastyring reducerer behovet for fysisk lagerplads.

# DE TO CENTRALE SPOR FOR GRØN SOFTWARE

Denne guide beskæftiger sig med to spor inden for grøn omstilling af *software* i virksomheder: **Hvad I tilbyder** (jeres forretningsmodel) og **hvordan I bygger det** (jeres softwareudvikling)

- **Grønne forretningsmodeller:** Udvikling af produkter og ydelser, der minimerer kunders klimaaftryk og skaber et positivt *carbon handprint*.
- **Grøn softwareudvikling:** Optimering af IT-løsninger med fokus på energi- og ressourceeffektivitet for at minimere løsningens samlede *carbon footprint*.

De følgende afsnit præsenterer først fire fokusområder for **forretningsmodeller** med tilhørende cases, og dernæst et værktøj for grønne **softwareudviklings-initiativer**. Til sidst præsenteres **7 trin**, der kan bruges på tværs af de to spor.

## Grønne forretningsmodeller

*Hvordan kan grøn omstilling indlejres i værditilbuddet til vores kunder?*

- **4 fokusområder for forretningsmodeller**
- **5 virksomhedscases**

## Grøn softwareudvikling

*Hvordan kan energi-effektivitet og ressource-bevidsthed tænkes ind i det, vi bygger og driver?*

- **Screeningsværktøj til grønne initiativer**
- **SCI-beregning**

## 7 overordnede trin

*Til at komme i gang med den grønne omstilling*



# GRØNNE FORRETNINGSMODELLER

Dette afsnit går i dybden med, hvordan danske IT-virksomheder kan arbejde strategisk med grøn omstilling som en integreret del af deres forretningsmodel. Med afsæt i **fem konkrete virksomhedscases** præsenteres **fire fokusområder**, som kan inspirere virksomheder til relevante indsatser i det videre strategiske arbejde med grøn omstilling.

# FIRE FOKUSOMRÅDER FOR GRØNNE FORRETNINGSMODELLER

IT-virksomheders tilgang til grøn omstilling afhænger i høj grad af deres forretningsmodel. På baggrund af virksomhedsforløbene er der identificeret fire overordnede kategorier alt efter virksomhedens primære fokus.



## RESSOURCEBESPARENDE PRODUKT

*Software, der i sig selv har mindre energiforbrug*

### FOKUS: Udbredelse af brug

- Påvis og dokumentér energi/CO2-besparelser
- Kommunikér tydeligt forretningsværdien udover klimahensyn

**CASE:** COPENCLOUD



## RESSOURCEOPTIMERET DRIFT

*Software med højt energiforbrug i driften, der skal sænkes eller flyttes til CO2-besparende tider*

### FOKUS: Minimering af forbrug eller CO2-intensitet i driften

- Flyt processer til bestemte tidspunkter (fx nat) eller lokationer (fx serverfarme) med lavere CO2-intensitet

**CASE:** 3D EMPIRE



## RESSOURCEBESPARENDE SERVICEMODEL

*Software, der servicerer en løsning, fx produktionsudstyr eller ladestandere, og sænker energiforbruget eller CO2-intensiteten*

### FOKUS: Optimering af slutbrugerens forbrug

- Nudging og incitamenter for slutbruger, fx gennem energistyring eller forbrugsindsigter

**CASE:** EOSVOLT



## COMPLIANCE UNDERSTØTTENDE PRODUKT

*Software, der i sig selv ikke er ressourcebesparende, men understøtter kundens arbejde med ESG og CO2-reduktion*

### FOKUS: Compliance som forretningsdriver

- Identificér forretningsdriver for kunden udenom compliance, fx besparelser, nye services mv.

**CASE:** OPTIMUM VOYAGE, PRDUCT



# CASES FRA 5 DANSKE IT-VIRKSOMHEDER

## HVORDAN 5 DANSKE VIRKSOMHEDER HAR ARBEJDET MED GRØN OMSTILLING

For at gøre de fire fokusområder konkrete, zoomer vi i ind på, hvordan fem danske virksomheder har arbejdet med grøn omstilling som led i deres forretningsmodel. De har hver især identificeret forretningsfordele ved enten at tilbyde energieffektive produkter og services eller at bruge deres software til at understøtte kundernes grønne omstilling.

*Forløbet er udført i perioden februar-august 2026 i samarbejde med Teknologisk Institut og støttet af DigitalLead.*



# CASE: RESSOURCEBESPARENDE PRODUKT

Software, der i sig selv har et mindre energiforbrug, og dermed understøtter kundernes ønske om at sænke softwarerelaterede CO<sub>2</sub>-udledninger. Kontrollen over produktets ressourceforbrug ligger hos IT-virksomheden selv.



## CopenCloud tilbyder løsninger inden for lagring, deling og backup af data.

Data opdeles i "hot" og "cold" storage, så data, der sjældent bruges, flyttes til deres cold storage-løsning på fysiske bånd. Cold storage har et lavere energiforbrug end harddiske, som er det mest udbredte alternativ til inaktive data. Det kan medføre store CO<sub>2</sub>-besparelser [9] og gør løsningen til et **ressourcebesparende produkt**.

**Deres udfordring** var at synliggøre forretningsværdien af energibesparelserne over for et kundesegment, som ikke havde fokus på ESG, men derimod økonomi og bekvemmelighed som købsdrivere.



## MULIGHEDEN FOR VIRKSOMHEDEN MED DET RESSOURCEBESPARENDE PRODUKT

- **Få tidlig kundefeedback** og opbyg et kontinuerligt feedbackloop, hvor potentielle kunders købsdrivere indsamles løbende. CopenCloud udviklede **spørgeguides og scorecards til hvert kundeinterview**, så de kunne vurdere, om deres produkt og budskaber var relevante for den enkelte kundegruppe.
- **Påvis værdien afhængigt af købsdriveren**, som både kan være CO<sub>2</sub>-besparelser, økonomiske fordele eller bekvemmelighed (fx overførselstid fra hot- til cold storage). ESG er ikke altid i sig selv en tilstrækkelig købsdriver, men kan stadig spille en rolle, hvis det kobles til det, der i forvejen betyder noget for kunderne.

” **Indsigterne fra projektet styrker vores strategiske beslutninger om udvikling af services, kommunikation og værditilbud samt giver os konkrete værktøjer til den videre udvikling** ”

Pierre Bennorth  
CEO og founder, CopenCloud



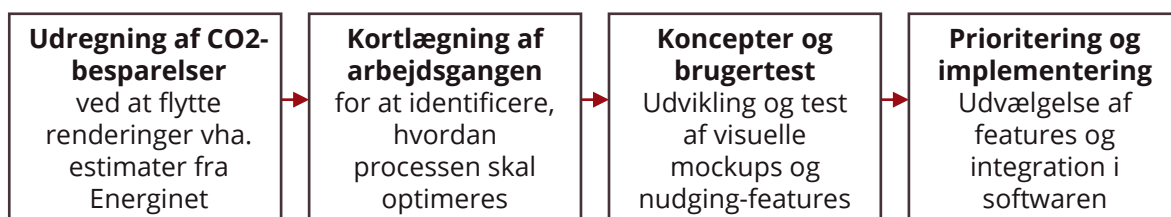
# CASE: RESSOURCEOPTIMERET DRIFT

Software med et højt energiforbrug i driften, hvor forbruger skal sænkes eller flyttes til CO<sub>2</sub>-besparende tider med en større andel vedvarende energi



**3D-empire specialiserer sig i 3D-visualiseringer og præsentationsværktøjer**, herunder animationsfilm, AR og skræddersyede produktkonfiguratorer, som gør det muligt for kunderne at tilpasse og se et produkt i realtid.

**Deres udfordring** var at reducere CO<sub>2</sub>-udledningen fra deres 3D-renderinger, men de manglede et overblik over effekten, og hvordan de skulle nudge brugerne til at renderere på tidspunkter, hvor strømmen er grønnest, uden at gå på kompromis med brugeroplevelsen. På den måde ønskede de at **ressourceoptimere deres drift**.



**” Forløbet har givet os et klart overblik over præcis, hvad vi kan gøre for at sikre, at vores kunder stadig får præcis det produkt, de forventer, og samtidig ser muligheden for at renderere grønt som en win frem for en friktion. ”**

Anders Birk Jørgensen  
Innovation Manager, 3D Empire

## MULIGHEDEN FOR VIRKSOMHEDEN MED DEN RESSOURCEOPTIMEREDE DRIFT

- **Kortlæg kundens brugerrejse** for at identificere det præcise tidspunkt eller sted, hvor en procesændring kan indføres uden at forringe oplevelsen eller hindre driften.
- **Design nudging-elementer**, der kan guide brugeren til at afvikle processen på et senere, mindre CO<sub>2</sub>-intensivt tidspunkt. 3D Empire udviklede f.eks. funktioner med valg af deadlines og tydeligere information for at minimere frustrationer hos brugeren.
- **Test tidligt med mockups** af f.eks. den nye brugerflade, eller hvor brugeren ellers møder de nye procesændringer. Det vil hurtigt vise sig, hvor og om der opstår friktion ved ændringen. Test f.eks. via scenarier, hvad der motiverer brugeren til at ændre adfærd – det kan være information om CO<sub>2</sub>-besparelser eller en følelse af kontrol.



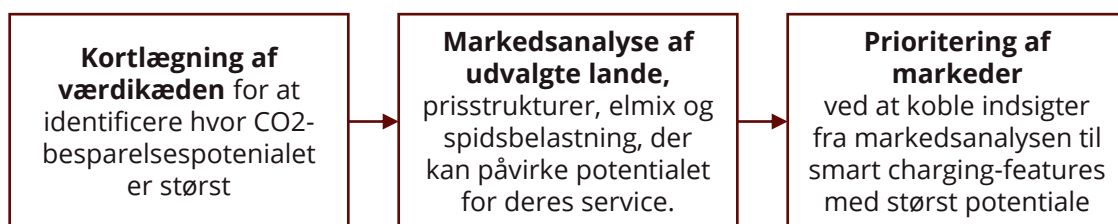
# CASE: RESSOURCEBESPARENDE SERVICEMODEL

Software, der servicerer en løsning, f.eks. produktionsudstyr eller ladestandere, og derved sænker energiforbruget eller CO2-intensiteten derigennem

## EOSVOLT ⚡

**EOSVOLT udvikler intelligent software til administration af ladeinfrastruktur til elbiler.** Virksomhedens primære produkt er et Charge Point Management System (CPMS), der udbydes til ladeoperatører, virksomheder med bilflåder og energiselskaber. Deres software, der kan styre kundens opladning til mindre CO2-intensive tidspunkter, leverer derfor en **ressourcebesparende servicemodel**.

**Deres udfordring** var, at værdien af smart charging, f.eks. demand response, load balancing eller vehicle-to-grid, varierer markant fra marked til marked på grund af lokale elpriser, elmix og brugerincitamenter. EOSVOLT ville derfor identificere de markeder, hvor deres løsninger bedst forener grøn omstilling med forretningsværdi.



### MULIGHEDEN FOR VIRKSOMHEDEN MED DEN RESSOURCEBESPARENDE SERVICEMODEL

- **Kortlæg, hvor i værdikæden (virksomheden-kunden-slutbrugeren)** det reelle CO2-reduktionspotentiale findes, og prioriter markeder/segmenter derefter.
- **Udvikl markedsspecifik kontekstindsigt** (f.eks. elmix, prisstruktur, modenhed og spidsbelastningsmønstre) som grundlag for at kvalificere, hvor løsningen giver størst effekt, og hvordan den eventuelt skal tilpasses det enkelte markeds kontekst.
- **Prioriter funktioner, hvor fordelene tydeligt kommunikeres til slutbrugeren.** EOSVOLT bruger projektresultaterne til at prioritere EMS-funktioner som batteristyring, peak shaving, dynamisk load balancing, elprisoptimering og dokumentation af kundernes energiforbrug og besparelser.

”

**Projektet har givet os en god forståelse af forskellene mellem de forskellige markeder, og det blev tydeligt, at grøn ladning ikke er den samme løsning alle steder.**

Jens Henne Hansen  
CEO, EOSVOLT

”



# CASE: COMPLIANCE-UNDERSTØTTENDE SOFTWARE

Software, der i sig selv ikke er ressourcebesparende, men understøtter kundens arbejde med ESG og CO2-reduktion.

## OPTIMUM VOYAGE

**Optimum Voyage** tilbyder løsninger inden for vejrruteplanlægning og ruteoptimering til den globale skibsfart. Deres software beregner løbende den mest effektive rute og hastighed for skibene, hvilket reducerer fartøjernes brændstofforbrug og dermed mindsker klimapåvirkningen fra driften.

**Deres udfordring** var at omsætte de regulatoriske krav fra EU ETS (et CO2-kvotehandelsystem, som kræver overvågning af udledninger) samt FuelEU Maritime (der pålægger rederierne en gradvis nedsættelse af drivhusgasintensiteten fra skibsbrændstoffer) til et konkret værditilbud, og de ønskede derfor at udvikle **complianceunderstøttende software**, der skaber et positivt *handprint*.



**” Vi formåede at omsætte et omfattende regulativ til noget decideret implementerbart og vi er klar til den brede udrulning af beregningsværktøjet. ”**

Martin Hjorth Simonsen  
CEO, Optimum Voyage

”

### MULIGHEDEN FOR VIRKSOMHEDEN MED DEN COMPLIANCEUNDERSTØTTENDE SOFTWARE

- **Identificér kundens "sense of urgency":** Optimum Voyage opdagede tidligt, at de kunne spille en central og proaktiv rolle med at hjælpe kunderne med at forudsige kommende klimaafgifter. Det kobler økonomiske incitamenter med klimabesparende valg, såsom brændstofsammensætning og ruteplanlægning, hvilket på sigt kan bruges som parametre i ruteoptimeringen.
- **Test små, billige prototyper:** Optimum Voyage fokuserede på at teste de mest kritiske dele af beregningsmotoren sammen med kunderne først ved at anvende prototyper i Excel frem for fuldt integrerede moduler. På den måde kunne de rette til, inden de fortsatte implementeringen, hvilket sparede dem for unødigt ressourceforbrug og reducerede deres time-to-market.



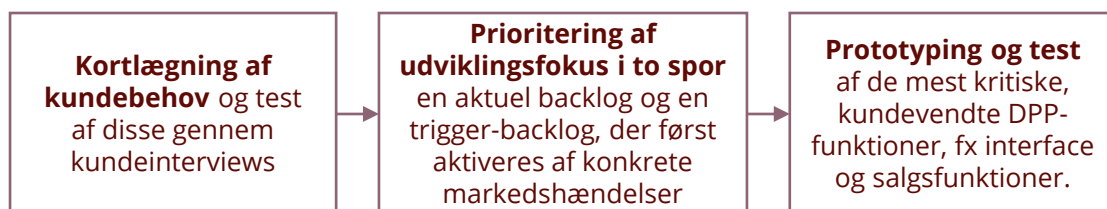
# CASE: COMPLIANCE-UNDERSTØTTENDE SOFTWARE

Software, der i sig selv ikke er ressourcebesparende, men understøtter kundens arbejde med ESG og CO2-reduktion.



**Prduct tilbyder en centraliseret platform til styring af forsyningskæder, produktdata og compliance**, som samler virksomheders produkt- og leverandørdata ét sted og tilbyder integrerede moduler til leverandørsamarbejde. De hjælper virksomheder med at overholde EU-miljøkrav, herunder EU's skovrydningsforordning (EUDR) og de kommende krav til digitale produktpas (DPP), og tilbyder derfor **complianceunderstøttende software** til at skabe et positivt *handprint*.

**Deres udfordring** var, at EU's krav til DPP endnu ikke var endeligt fastlagt, så Prduct ønskede at prioritere deres DPP-indsatser til et krav, der stadig er under udvikling. Prduct valgte at prioritere deres DPP-indsatser i tæt dialog med de mest fremsynede kunder og de rådgivere, kunderne i forvejen stoler på.



## MULIGHEDEN FOR VIRKSOMHEDEN MED DEN COMPLIANCEUNDERSTØTTENDE SOFTWARE

- **Identificér kundens "sense of urgency":** Prduct identificerede, at deres kunder i højere grad interesserer sig for de synlige muligheder ved DPP, såsom hvordan data præsenteres, og hvordan de kan bruges til at tiltrække nye kunder, frem for udelukkende at fokusere på compliance og bagvedliggende datastrukturer.
- **Test små, billige prototyper:** Tidlige tests gav konkret kundedialoger om nye forretningsmuligheder for DPP, f.eks. gensalg, markedsføring og klimadata. Dermed sikrede Prduct, at den videre udvikling bygger på reel kundeindsigt.
- **Vær modig nok til at bygge, før kravene er endelige:** Prduct satsede på et område med uafklaret lovgivning. Ved at bygge videre på eksisterende styrker og sparre tæt med de mest fremsynede kunder og rådgivere vendte Prduct risikoen til et forspring.

**” Vi kan ikke bygge software til virksomheders forretning uden at bygge den sammen med dem. Forløbet gav os en struktureret måde at gøre det på, og vi kom ud med et klarere billede af, hvad kunderne faktisk vil betale for, og hvad der kan vente ”**

Stefan Overby Stamm  
Co-founder, Prduct ApS

# GRØNNE SOFTWAREUDVIKLINGS- INITIATIVER

Dette afsnit præsenterer konkrete initiativer til, hvordan virksomheder kan implementere energieffektive og ressourcebesparende initiativer i hele softwarens livscyklus vha. en række værktøjer.

**” Vi screenede grønne initiativer sammen med andre virksomheder og gik hjem med ét, vi turde satse på.**

Stefan Overby Stamm  
Co-founder, Prduct ApS

```
tion.py(182)ToF_
/NY MH:NM:45'))
tion.py(182)ToF_
/NY MH:NM:45'))
tion.py(182)ToF_
/NY MH:NM:45'))
tervals()
d_times, time_fr
```

# HVAD KAN MAN GØRE FOR AT NEDBRINGE UDLEDNINGEN I FASERNE?

De fleste virksomheder har kontrol over mange af valgene i deres softwareudviklingsproces. På de kommende sider præsenterer vi en række initiativer, som man kan implementere i forskellige faser af softwarens livscyklus.

At arbejde med grøn omstilling kan på mange måder også sidestilles med mindre **kompleksitetsgæld** ved at minimere unødvendige features, data, kode, afhængigheder mv. Det kan både reducere klimaaftrykket og gøre det **hurtigere at udvikle, lettere at vedligeholde og mindre afhængigt af specialviden** hos enkeltpersoner.

## GENERELLE PRINCIPPER FOR GRØN OMSTILLING I SOFTWAREUDVIKLING



For hvert initiativ på de kommende sider kan du få et overblik over, hvordan de reducerer klimaaftrykket vha. ovenstående symboler

## SCI - BEREKN UDLEDNINGEN FRA SOFTWARE

Software Carbon Intensity (SCI) bruges til at beregne CO<sub>2</sub>-udledningen fra software. Den medregner softwarens energiforbrug (**E**), den lokations- og tidsbestemte CO<sub>2</sub>-intensitet (**I**) samt de indlejrede emissioner fra hardwarens livscyklus (fra fremstilling til bortskaffelse) for den hardware, som softwaren kører på (**M**). Disse opgøres pr. funktionel enhed (**R**), f.eks. pr. bruger eller API-kald [7]. På den måde vurderes CO<sub>2</sub>-udledningen ikke isoleret, men ud fra en ønsket performance og funktionalitet.

SCI-scoren beregnes således:

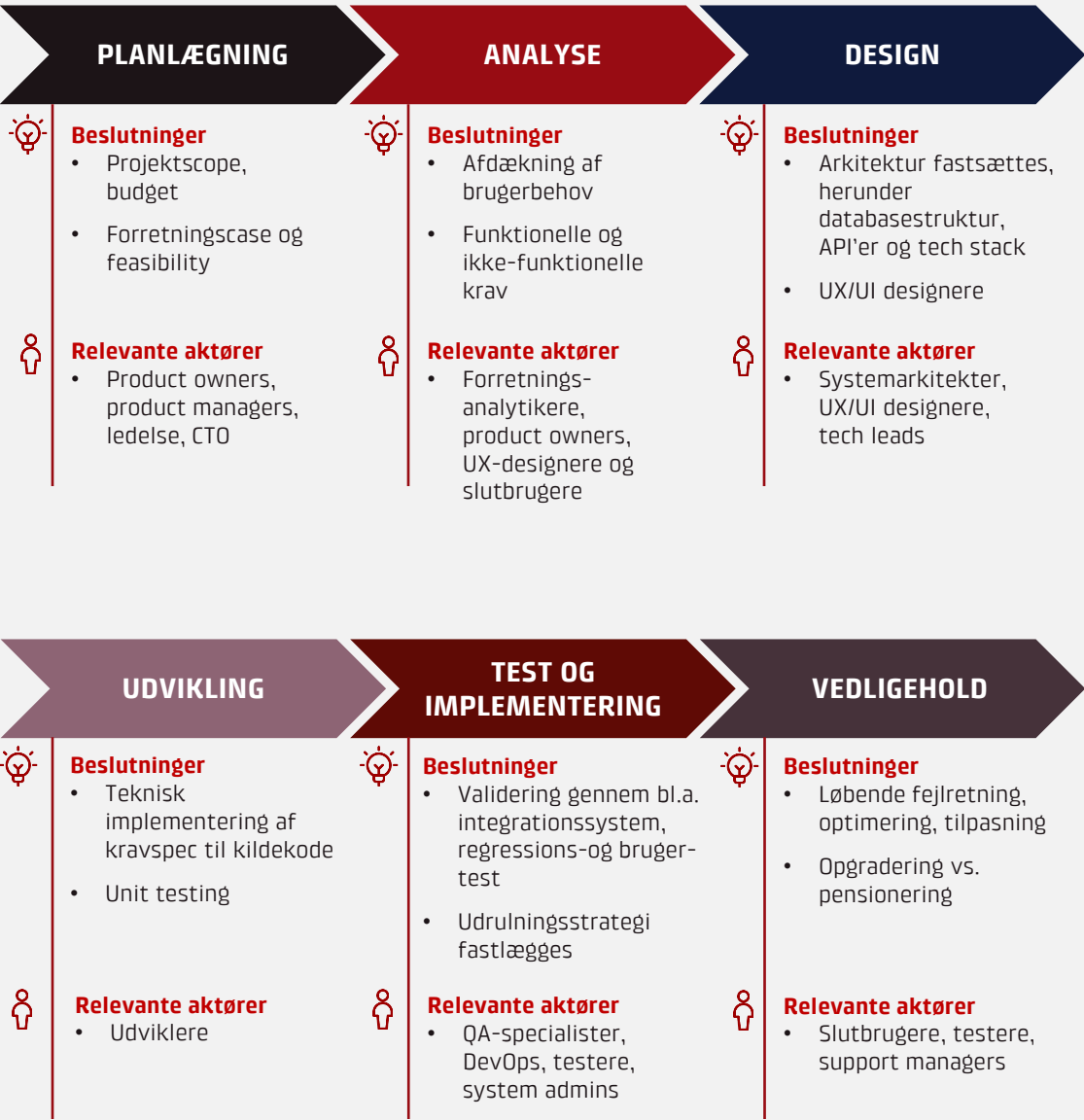
$$SCI = \frac{E * I + M}{R} \quad [7].$$

Det kan dog være omfattende at måle energiforbruget og udregne en SCI-score for al udvikling. Derfor bruger vi her i guiden SCI-scorens variabler som rettesnor for at udvælge initiativer i screeningen.

# DE 6 FASER I SOFTWAREUDVIKLING

Softwareudviklingens livscyklus (Software Development Lifecycle, SDLC) bruges i denne guide som rammeværk for energibesparende og CO2-reducerende initiativer, der kan implementeres på tværs af udviklingsfaserne. Arbejdet med grøn omstilling inden for softwareudvikling kræver derfor en **tværfaglig indsats**. Figuren nedenfor præsenterer kort handlingsrummet i hver fase og de relevante aktører [10].

Initiativerne præsenteres på de følgende sider og som en del af det fulde værktøj på side 26.



# GRØNNE INITIATIVER I PLANLÆGNINGS- OG ANALYSEFASEN

## PLANLÆGNING

| INITIATIV                                                                                                                                                                                                               | SÅDAN GØR I                                                                                                                                                                           | SCI EFFEKT                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>GRØNT PRODUKTFORMÅL</b><br>Prioritér produkter, hvis overordnede formål understøtter den grønne omstilling ( <i>positivt handprint</i> ).                                                                            | Vurdér i forretningscasen, om kernefunktionen i produktet kan skubbe til den grønne omstilling, fx gennem jeres kunder – se <i>grønne forretningsmodeller</i> på side 9.              | Påvirker indirekte positivt, ikke softwarens eget SCI-aftryk.                       |
| <b>GRØNT LEVERANDØRVALG</b><br>Anvend cloud- og infrastruktur-leverandører, der dokumenterer en høj andel af vedvarende energi i deres datacentre. Overvej desuden den geografiske placering og afstand til datacentre. | Stil kontraktkrav om dokumenteret vedvarende energi (PPA/CFE, ikke kun RECs), og til datacentre, PUE og placering. Vælg cloud-region med lav karbonintensitet, f.eks. I norden [11].  |  |
| <b>GRØNNE KPI'ER</b><br>Integrer "minimering af IT-løsningens klimaaftryk" som KPI i produktstrategien, f.eks. ved brug af Software Carbon Intensity (SCI).                                                             | Indfør SCI-score eller energiforbrug som fast KPI i roadmap og produktstrategi. Gør klimaaftryk til beslutningskriterie ved prioritering, og mål energiforbrug løbende i udviklingen. | Styringsredskab, der muliggør reduktion af E, I og M                                |

## ANALYSE

| INITIATIV                                                                                                                                                                           | SÅDAN GØR I                                                                                                                                                                                             | SCI EFFEKT                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>KRITISK FEATUREPRIORITERING</b><br>Behold kun nødvendige funktioner for at reducere kompleksitet og ressourceforbrug                                                             | Tilpas features og servicemål til faktiske behov. Udvælg kun funktioner, der er relevante for kerne-funktionaliteten, så det mindsker jeres behov for redundans, compute og lagring [12].               |  |
| <b>ENERGIEFFEKTIV BRUGERADFÆRD</b><br>Identificér muligheder for at motivere brugerne til mere energieffektiv adfærd, f.eks. via nudging og default-indstillinger.                  | Sæt energieffektive defaults (fx lavere default-opløsning, færre forespørgsler/notifikationer) og brug nudging i UI [13].                                                                               |  |
| <b>BUY VS. BUILD</b><br>Integrer bæredygtigheds-betragtninger i buy vs. build analysen, fx ved at sammenligne SCI-scoren for hhv. eksisterende løsninger og egenudvikling.          | Tilføj SCI/energiforbrug som eksplicit beslutningskriterie ved siden af pris og tid.                                                                                                                    | Styringsredskab, der muliggør reduktion af E, I og M                                  |
| <b>CARBON-AWARE PLANLÆGNING</b><br>Planlæg dataintensive operationer til tidspunkter med grønnere strømmix (f.eks. nat) eller anvend batch-processing frem for enkeltforespørgsler. | Flyt tunge baggrundsprocesser, der ikke behøver at køre med det samme (f.eks. databackup, AI-modeltræning og store månedlige rapporteringer), til timer på døgnet med høj andel vedvarende energi [14]. |  |

# GRØNNE INITIATIVER I DESIGNFASEN

## DESIGN

| INITIATIV                                                                                                                                                                                                  | SÅDAN GØR I                                                                                                                                                                                                                                             | SCI EFFEKT                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ENERGIEFFEKTIV INFRASTRUKTUR</b><br>Vælg energieffektiv hardware og datalagringsmetoder. Undersøg leverandører med dokumenteret lavere energiforbrug.                                                   | Vælg hardware med høj ydeevne og lang levetid, og flyt sjældent brugte data over på langsommere, men langt mere energieffektive lagringsklasser fx cold storage [6][9]                                                                                  |    |
| <b>DATAMINIMERING</b><br>Definér dataminimerings-principper: fastlæg retningslinjer for dataretention, automatisk sletning og arkivering for at begrænse voksende lagrings-behov og dermed energiforbruget | Definér automatiske politikker for data-retention og sletning i jeres databaser. Ved at slette forældet eller overflødig kundedata (f.eks. efter 30 dage eller 5 år alt efter lovgivningen) reducerer I også jeres backup- og lagringsomkostninger [15] |    |
| <b>ENERGIEFFEKTIVT AI-VALG</b><br>Vælg AI-modeller med lavere energiforbrug, og overvej om en AI-løsning overhovedet er nødvendig for use casen.                                                           | Vurdér, om AI kræves til opgaven, og i så fald om en mindre model, såkaldte <i>small language models (SLMs)</i> , eller opgavespecifikke modeller [16][17], kan løse funktionaliteten.                                                                  |    |
| <b>TOKEN-OPTIMERING</b><br>Minimér antallet af tokens i prompts ved at designe præcise forespørgsler og undgå redundante instruktioner, der øger beregningsbehovet.                                        | Indfør minimerings- og effektiviseringsprincipper ved brug af tokens for at minimere compute-behovet [18].                                                                                                                                              |  |

### GENERELLE PRINCIPPER FOR GRØN OMSTILLING I SOFTWAREUDVIKLING



# GRØNNE INITIATIVER I UDVIKLINGSFASEN

| UDVIKLING                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| INITIATIV                                                                                                                                                                               | SÅDAN GØR I                                                                                                                                                                                                                                                             | SCI EFFEKT                                                                                                                                                                  |
| <b>FJERN DØD KODE</b><br>Fjern ubrugt kode.                                                                                                                                             | Nedbring jeres tekniske gæld ved at gøre det til en fast del af jeres sprint-rutiner at slette forældet eller ubrugt kode. Mindre kodebaser betyder hurtigere deployment-tider, færre sikkerhedshuller og lavere vedligeholdelsesomkostninger for jeres udviklere [19]. |                                                                                          |
| <b>KOMPAKTE FILFORMATER</b><br>Anvend kompakte filformater.                                                                                                                             | Konvertér til ultrakomprimerede formater (f.eks. WebP eller AVIF til billeder) [20] eller JSON til API-kald.                                                                                                                                                            |                                                                                          |
| <b>EFFEKTIV AI-TRÆNING</b><br>Vælg energieffektive træningsstrategier, og overvåg energiforbruget under træning.                                                                        | Vælg mindre/tilpassede modeller, brug transfer learning frem for træning fra bunden, og stop træningen tidligt når modellen konvergerer [21][22].                                                                                                                       |     |
| <b>BEHOVSBASERET INDLÆSNING</b><br>Indlæs data og indhold efter behov frem for på én gang for at minimere ressourceforbruget og give brugeren kontrol over ikke-essentielle funktioner. | Implementér lazy loading og pagination: hent kun data/indhold, som brugeren faktisk skal bruge. Udskyd tunge komponenter til de er nødvendige, og lad brugeren selv aktivere ikke-essentielle funktioner [23].                                                          |                                                                                        |
| <b>MINIMER CODE BLOAT</b><br>Fjern unødvendige dependencies og ubrugte biblioteker, og vælg letvægtsalternativer.                                                                       | Gennemgå løbende projektets dependencies og fjern biblioteker, der ikke anvendes, fx vha. tree shaking [24].                                                                                                                                                            |                                                                                        |
| <b>HØJ RESSOURCEUDNYTTELSE</b><br>Saml workloads på færre maskiner for at udnytte ressourcerne bedre.                                                                                   | Saml letbelastede services på færre maskiner og konfigurér realistiske CPU- og hukommelsesgrænser. Det modvirker, at kapacitet reserveres uden at blive brugt[25].                                                                                                      |   |
| <b>FOREBYG OVERBELASTNING</b><br>Implementér mekanismer for at undgå nedsat ydeevne og unødvendigt energiforbrug.                                                                       | Indfør rate limiting, circuit breakers og caching af data, der ofte efterspørges [26] [27].                                                                                                                                                                             |                                                                                        |

# GRØNNE INITIATIVER I TEST-, IMPLEMENTERINGS- OG VEDLIGEHOLDELSESFASEN

## TEST OG IMPLEMENTERING

|                                                                                                                                        |   |                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>SELEKTIVE TEST</b><br>Test især det, der er ændret, og prioritér de test, der bedst finder fejl.                                    | → | Anvend selektive test ved at koble ændrede filer og komponenter til de relevante automatiske tests, i stedet for at køre hele testpakken ved hver mindre ændring, men kørs den fulde regressions-test gennemføres før større releases. [28]. |  |
| <b>ENERGIMÅLING I TEST</b><br>Design test til at måle energiforbruget for forskellige use cases og identificér optimeringspotentialer. | → | Mål CPU-, hukommelses- og energiforbrug pr. gennemført scenarie før og efter en ændring, og brug resultaterne til at finde funktioner, der forbruger uforholdsmæssigt mange ressourcer [29]. Dokumenter løbende forbedringer.                |  |

## VEDLIGEHOLD

|                                                                                                                                         |   |                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>OPRYDNING I FEATURES OG DATA</b><br>Identificér ubenyttede features og datasæt løbende for at reducere server- og lagringsforbruget. | → | Overvåg løbende, og slet ubrugte features, forældede data og dubletter og indfør retentionpolitikker, så I ikke lagrer data uden værdi. Nedlæg servere, der er blevet overflødige [30].   |   |
| <b>LØBENDE ENERGIOPTIMERING</b><br>Afsøg mere energieffektive alternativer til de nuværende frameworks, biblioteker og infrastruktur.   | → | Sammenlign det nuværende setup med energieffektive alternative. Prioritér de komponenter, der bærer størst forbrug.                                                                       |                                                                                        |
| <b>FJERN DØD KODE</b><br>Fjern ubrugt kode.                                                                                             | → | Se under "UDVIKLING"                                                                                                                                                                      |                                                                                        |
| <b>MINIMER CODE BLOAT:</b> Fjern unødvendige dependencies, og ubrugte biblioteker, og vælg letvægtsalternativer.                        | → | Se under "UDVIKLING"                                                                                                                                                                      |                                                                                        |
| <b>LEGACY VS. NYT MILJØVALG</b><br>Inddrag miljøaftryk i beslutningen om at forlænge legacy-systemers levetid eller bygge/købe nyt.     | → | Vurdér de samlede konsekvenser af at fortsætte, modernisere eller erstatte systemet. Her bør faktorer som energiforbrug i drift, forventet levetid og migreringsomkostninger indgå. [31]. |   |

”

**Værktøjet gav os en praktisk måde at vurdere grønne initiativer** i vores softwareudvikling på. Vi arbejdede blandt andet med AI-tokens, grønne KPI'er og carbon-aware scheduling.

Vi prioriterede AI-tokens som den første indsats, fordi det er relativt enkelt at arbejde med og samtidig kan reducere unødvendigt ressourceforbrug. **Vi tager metoden med videre som en grøn backlog**, som kan bruges, når vi planlægger og prioriterer vores udvikling.

Jens Henne Hansen  
CEO, EOSVOLT

# OM VÆRKTØJET

## FORMÅL

Screeningsværktøjet er udviklet til at hjælpe IT-virksomheder med at **identificere, prioritere og teste grønne initiativer på tværs af softwarens livscyklus**. Værktøjet skaber overblik over eksisterende og potentielle indsatser samt gør det muligt at træffe informerede beslutninger om, hvilke grønne tiltag der skaber størst værdi.

## SÅDAN BRUGES VÆRKTØJET

Saml de relevante deltagere med det formål at undersøge nye muligheder for grøn omstilling i jeres softwareudvikling. Indkald gerne til et workshop-format.

### STEP 1

#### SCREENING

Gennemgå initiativerne i screeningsværktøjet, og gå i dialog om, hvilke potentialer I ser. Udvælg 3-5 initiativer, der kunne være interessante.

**Output: Potentielle initiativer**

### STEP 2

#### PRIORITERING

Analysér initiativerne vha. spiderwebbets parametre og brug indsigterne derfra til at prioritere jeres indsatser i *den grønne backlog*.

**Output: Prioriteret grøn backlog**

### STEP 3

#### FORSØG

Udvælg ét initiativ til at udføre et hurtigt og billigt forsøg for at opnå hurtig læring inden videre implementering.

**Output: Konkret testplan for udvalgt initiativ.**

## MÅLGRUPPE

Værktøjet henvender sig til dem i organisationen, der har **beslutningsmandat i de forskellige faser**, og det anbefales derfor at sammensætte en tværfaglig gruppe, herunder:

- *Ledelse, product managers, product owners og tech leads i planlægnings- og analysefaserne*
- *Udviklere, product owners og arkitekter m.fl. i de senere faser.*

# SÅDAN BRUGER DU VÆRKTØJET

## FORBEREDELSE

Saml repræsentanter fra hele livscyklussen: Ledelse, product owners, udviklere m.fl. (hent inspiration fra side 18) til at gennemgå trin 1-3 sammen. Afsæt ca. 1,5 time.

### STEP 1

#### SCREEN INITIATIVERNE.

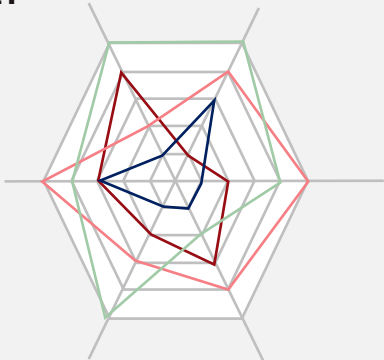
Marker dem, I allerede arbejder med, og identificér 3-5 nye potentialer, som I markerer med en anden farve. Hold mulighederne åbne, da I først senere skal prioritere dem.

| PLANLÆG              | ANALYSE                       | DESIGN                         |
|----------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| GRØNT PRODUKT-FORMÅL | KRITISK FEATUREPRIORITERING   | ENERGI-EFFEKTIV INFRA-STRUKTUR |
| GRØN LEVERAN-DØRVALG | ENERGI-EFFEKTIV BRUGER-ADFÆRD | DATA-MINIMERING                |
| GRØNNE KPI'ER        | BUY VS. BUILD                 | ENERGI-EFFEKTIVT AI-VALG       |
|                      | CARBON-AWARE PLANLÆG-NING     | TOKEN-OPTIMERING               |

### STEP 2

#### PRIORITÉR INITIATIVERNE I SPIDERWEBBET

Ikke alle initiativer giver mening, når klimateffekt, økonomi og andre parametre tages i betragtning, så brug parametrene til at analysere, hvilke initiativer, der giver mening for jer. Skriv dem ned i den grønne backlog i prioriteret rækkefølge.



### STEP 3

#### OPSTIL FORSØG MED INITIATIVERNE

For at minimere risikoen ved at igangsætte et nyt initiativ, skitseres et kort forsøg. Udvalg ét initiativ og brug forsøgsskabelonen, så I kan afprøve det i mindre skala.

|                                                   |       |
|---------------------------------------------------|-------|
| UDVALGT INITIATIV:                                | ~~~~~ |
| HVORDAN VIL VI TESTE DET?                         | ~~~~~ |
| HVEM SKAL VI INVOLVERE, OG HVORDAN?               | ~~~~~ |
| HVORDAN MÅLER VI DET? HVORDAN SER SUCCES UD?      | ~~~~~ |
| HVILKE KRITISKE ANTAGELSER SKAL VI HOLDE ØJE MED? | ~~~~~ |
| TIDSRAMME FOR FORSØGET                            |       |

STEP 1. SCREENING AF GRØNNE INITIATIVER

Screen nedenstående initiativer, og marker, hvilke initiativer I allerede delvist eller fuldt ud arbejder med. Brainstorm derefter nye potentialer og marker disse med en anden farve – hold mulighederne åbne, da de først prioriteres og udvælges i trin 2.

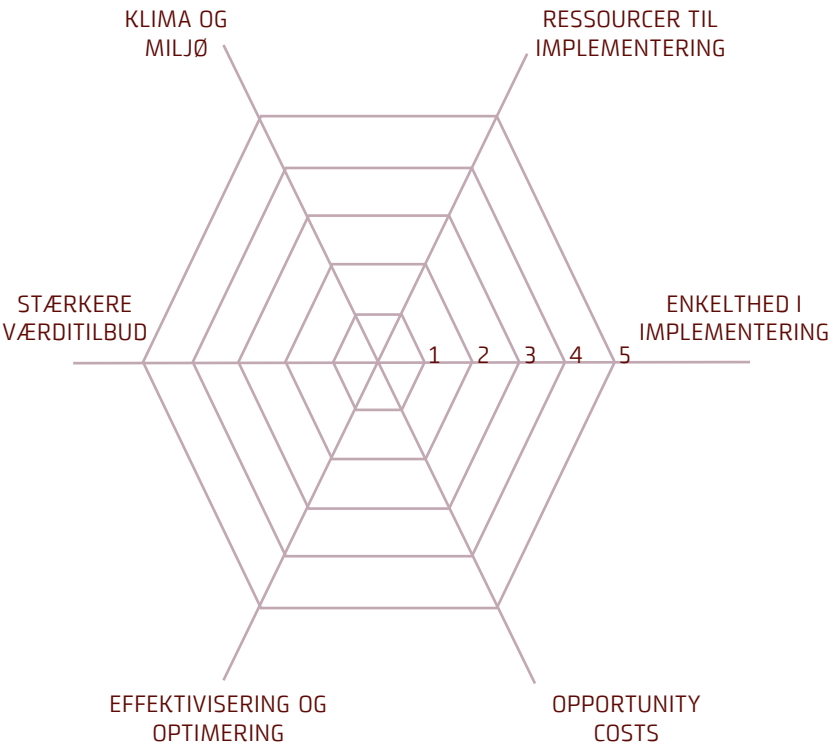
| PLANLÆGNING                                                                                                                                                                                                             | ANALYSE                                                                                                                                                                      | DESIGN                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>GRØNT PRODUKTFORMÅL</b><br>Prioritér produkter, hvis overordnede formål understøtter en grøn omstilling.                                                                                                             | <b>KRITISK FEATUREPRIORITERING</b><br>Behold kun nødvendige funktioner for at reducere kompleksitet og ressourceforbrug.                                                     | <b>ENERGIEFFEKTIV INFRASTRUKTUR</b><br>Vælg energieffektiv hardware og datalagringsmetoder. Undersøg leverandører med dokumenteret lavere energiforbrug.                                                  |
| <b>GRØN LEVERANDØRVALG</b><br>Anvend cloud- og infrastruktur-leverandører, der dokumenterer en høj andel af vedvarende energi i deres datacentre. Overvej desuden den geografiske placering og afstand til datacentret. | <b>ENERGIEFFEKTIV BRUGERADFÆRD</b><br>Identificér muligheder for at motivere brugerne til mere energieffektiv adfærd, fx via nudging, default-indstillinger.                 | <b>DATAMINIMERING</b><br>Definer dataminimerings-principper: fastlæg retningslinjer for data-retention, automatisk sletning og arkivering for at begrænse voksende lagringsbehov og dermed energiforbrug. |
| <b>GRØNNE KPI'ER</b><br>Integrer minimering af IT-løsningens klimaaftryk som KPI i produktstrategien, fx ved brug af Software Carbon Intensity (SCI).                                                                   | <b>BUY VS. BUILD</b><br>Integrer bæredygtighedsbetragtninger i buy vs. build analysen, fx ved at sammenligne SCI-scoren for hhv. eksisterende løsninger og egenudvikling.    | <b>ENERGIEFFEKTIVT AI-VALG</b><br>Vælg AI-modeller med lavere energiforbrug, og overvej om en AI-løsning overhovedet er nødvendig for use-casen.                                                          |
|                                                                                                                                                                                                                         | <b>CARBON-AWARE PLANLÆGNING</b><br>Planlæg dataintensive operationer til tidspunkter med grønnere elmix (fx nat) eller anvend batch-processing frem for enkeltforespørgsler. | <b>TOKEN-OPTIMERING</b><br>Minimér antallet af tokens i prompts ved at designe præcise forespørgsler og undgå redundante instruktioner, der øger beregningsbehovet.                                       |
| UDVIKLING                                                                                                                                                                                                               | TEST OG IMPLEMENTERING                                                                                                                                                       | VEDLIGEHOLD                                                                                                                                                                                               |
| <b>FJERN DØD KODE</b><br>Fjern ubrugt kode.                                                                                                                                                                             | <b>SELEKTIVE TEST</b><br>Test især det, der er ændret, og prioritér de tests, der bedst finder fejl.                                                                         | <b>OPRYDNING I FEATURES OG DATA</b><br>Identificér ubenyttede features og datasæt løbende for at reducere server- og lagringsforbrug.                                                                     |
| <b>KOMPAKTE FILFORMATER</b><br>Anvend kompakte filformater.                                                                                                                                                             | <b>ENERGIMÅLING I TEST</b><br>Design test til at måle energiforbruget af forskellige use cases og identificér optimeringspotentialer.                                        | <b>LØBENDE ENERGIOPTIMERING</b><br>Afsøg mere energieffektive alternativer til nuværende frameworks, biblioteker og infrastruktur.                                                                        |
| <b>EFFEKTIV AI-TRÆNING</b><br>Vælg energieffektive træningsstrategier og overvåg energiforbruget under træning.                                                                                                         |                                                                                                                                                                              | <b>FJERN DØD KODE</b><br>Fjern ubrugt kode.                                                                                                                                                               |
| <b>BEHOVSBASERET INDLÆSNING</b><br>Indlæs data og indhold efter behov frem for på én gang for at minimere ressourceforbruget, og give brugeren kontrol over ikke-essentielle funktioner.                                |                                                                                                                                                                              | <b>MINIMER CODE BLOAT</b><br>Fjern unødvendige dependencies, og ubrugte biblioteker, og vælg letvægtsalternativer.                                                                                        |
| <b>MINIMER CODE BLOAT</b><br>Fjern unødvendige dependencies, og ubrugte biblioteker, og vælg letvægtsalternativer.                                                                                                      |                                                                                                                                                                              | <b>LEGACY VS. NYT MILJØVALG</b><br>Inddrag miljøaftryk i beslutningen om at forlænge legacy-systemers levetid eller bygge/købe nyt.                                                                       |
| <b>HØJ RESSOURCEUDNYTTELSE</b><br>Saml workloads på færre maskiner for at udnytte ressourcerne bedre.                                                                                                                   |                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                           |
| <b>FOREBYG OVERBELASTNING</b><br>Implementér mekanismer for at undgå nedsat ydeevne og unødvendigt energiforbrug.                                                                                                       |                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                           |

STEP 2. PRIORITERING AF INITIATIVERNE IFT. EFFEKT PÅ FORSKELLIGE PARAMETRE

Brug derfor spiderwebbet som et værktøj til at analysere initiativerne fra trin 1, og prioritér dem derefter i den grønne backlog.

For hvert udvalgt initiativ fra screeningen i trin 1:

- 1. Vurdér, i hvor høj grad initiativet lever op til hvert enkelt parameter.
- 2. Markér med en prik i spiderwebbet, hvor 5 er højest.
- 3. Forbind prikkerne med streger.
- 4. Gentag processen for hvert initiativ med en ny farve, så I kan skelne dem fra hinanden. I vil nu få et mønster af overlappende linjer, hvor forskellene tydeliggør styrker og svagheder ved det enkelte initiativ.
- 5. Vurdér det samlede billede, og overvej, hvilke initiativer der skal prioriteres på baggrund af analysen.
- 6. Skriv initiativerne i prioriteret rækkefølge ind i den grønne backlog.



PRIORITEREDE INDSATSER  
DEN GRØNNE BACKLOG

Udvalgte initiativer baseret på  
analysen fra spiderwebbet

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

PARAMETRENE:

- Klima og miljø = Vurderer, initiativets direkte positive effekt på energiforbrug og CO2-aftryk.
- Ressourcer til implementering = Vurderer, den samlede investering, der kræves for at gennemføre initiativet (CAPEX/OPEX).
- Stærkere værditilbud = Vurderer, om initiativet styrker jeres konkurrenceevne eller den værdi, kunderne oplever, fx ved brandingværdi eller nye services.
- Enkelthed i implementering = Vurderer, hvor ligetil implementeringen er ift. nuværende infrastruktur, systemer og organisation.
- Effektivisering og optimering = Vurderer, om initiativet forbedrer effektiviteten i kode, ressourceforbrug eller organisatoriske processer.
- Opportunity costs = Vurderer, hvor meget I må fravælge, hvis vi prioriterer dette initiativ frem for andre.

### STEP 3. OPSÆT FORSØG AF INITIATIV

Ikke alle initiativer er lige til at gå til, og effekten kendes ikke altid på forhånd. For at minimere risikoen ved at igangsætte et nyt initiativ, er det en god idé at skitsere et kort forsøg, der kan hjælpe jer med at afprøve det i mindre skala.

Forsøget skal være kortfattet og afgrænset samt have til formål at give jer værdifulde erfaringer og forankre initiativet på længere sigt.

#### UDVALGT INITIATIV:

**HVORDAN VIL VI TESTE DET?** *Beskriv kort den konkrete metode eller afgrænsede forsøg, I vil bruge til at afprøve initiativet i praksis. Fx "Vi kører en A/B-test, hvor 20% af brugerne får default lav-opløsning på billeder i 2 uger."*

**HVEM SKAL VI INVOLVERE, OG HVORDAN?** *Angiv hvilke personer eller teams der skal deltage, og hvilken rolle de har i testen (fx udførende, godkendende, eller informeret). Fx "UX-designeren inddrager 5 slutbrugere i feedbackrunde for at vurdere oplevet kvalitet og adfærdsændring."*

**HVORDAN MÅLER VI DET? HVORDAN SER SUCCES UD?** *Definér en konkret, målbar indikator, der afgør om testen er en succes. Fx "Success = mindst 15% reduktion i serverenergiforbrug målt via dashboardet."*

**HVILKE KRITISKE ANTAGELSER SKAL VI HOLDE ØJE MED?** *List 2-3 konkrete forudsætninger, der skal holde stik, for at initiativet giver mening, og som I vil validere undervejs. Fx "1) Brugere accepterer lavere billedkvalitet, 2) Den lavere opløsning giver en målbar reduktion i energiforbrug, 3) 2 uger er tilstrækkeligt til at se et repræsentativt mønster."*

**TIDSRAMME FOR FORSØGET – HVORNÅR EVALUERER I?** *Angiv en realistisk tidshorisont (fx kort/mellem/lang sigt) frem for faste datoer, samt hvornår I samler op og beslutter næste skridt.*



## 7 OVERORDNEDE TRIN TIL AT KOMME I GANG MED DEN GRØNNE OMSTILLING

I dette sidste afsnit kommer vi med 7 overordnede anbefalinger til IT-virksomheder, som ønsker at gå i gang med den grønne omstilling. Skridtene er uafhængige af, hvilket fokusområde (*forretningsmodeller* eller *softwareudvikling*), I har valgt.

Anbefalingerne bygger på de samlede erfaringer fra dette projekt.

# 7 TRIN

## TIL HVORDAN MAN SOM IT-VIRKSOMHED SELV GÅR I GANG

### 1 KORTLÆG HVOR EFFEKTEN ER STØRST

Afgør, om der er størst forretningsmæssige og CO<sub>2</sub>-mæssige besparelser i at:

- **Reducere aftrykket i egen drift** (fx ved energibesparelser gennem optimering af kode, processer eller valg af grønnere cloud-leverandører), eller
- **Hjælpe kunder med at reducere deres aftryk gennem produkter/forretningsmodeller** (fx ved at understøtte bæredygtigheds-compliance eller skabe energibesparende adfærd)

Afgørelsen skal helst bero på en kortlægning af emissioner, f.eks. ved hjælp af en Software Carbon Intensity-beregning (SCI) (se s. 17) eller det reelle energiforbrug, så I undgår gætværk og greenwashing.

**Det er også vigtigt at være pragmatisk:** I kan f.eks. vurdere, om jeres produkt har et højt energiforbrug, hvilke leverandører I benytter, om jeres kunder kan bruge produktet på en mere energibesparende måde, eller om kunderne opererer i en energitung branche, hvor det er slutbrugerens forbrug (f.eks. strøm til ladestandere), der har det dominerende klimaaftryk.

### 2 IDENTIFICÉR VÆRDIEN UD OVER CO<sub>2</sub>-BESPARELSER

Klimapåvirkninger fra it opfattes ofte som mere usynlige end f.eks. påvirkninger fra fysiske produkter. Derfor er der ikke altid eksplicite krav fra kunderne om CO<sub>2</sub>-reduktion. Men fraværet af kundekrav betyder ikke, at der ikke er en forretningsmæssig gevinst at hente.

Formulér et klart "WHY", der binder grøn omstilling sammen med forretning:

- **Internt:** effektivisering, lavere driftsomkostninger, medarbejdertiltrækning, adgang til udbud med grønne tildelingskriterier.
- **Eksternt:** lavere omkostninger for kunden, branding/differentiering, hjælp til kundens ESG-rapportering eller complianceunderstøttelse, leverandørkrav i værdikæden.

# 7 TRIN

## TIL HVORDAN MAN SOM IT-VIRKSOMHED SELV GÅR I GANG

### 3 DEFINÉR KONTEKST OG DRIVKRÆFTER

Kortlæg de eksterne faktorer, der former krav og behov. Det kan være regulering (CSRD, ESRS, EED eller Green Claims), kundetendenser (krav om CO2-data i tilbud, offentlige udbud, egne kunders klimamål, brugsadfærd) og teknologi- og markedsudvikling.

Brug indsigterne til at forme konkrete features, værditilbud, processer og arbejdsgange.

### 4 KORTLÆG ANTAGELSER OM KUNDER OG KUNDESEGMENTER

Forskellige kundesegmenter har forskellige drivkræfter og modenhedsgrader: Segmentér efter, hvorfor de efterspørger "grønne løsninger" (compliance, effektivitet, omkostninger, bekvemmelighed, branding). Formulér antagelserne eksplicit som hypoteser, der kan testes i trin 6 (f.eks. "Erhvervskunder skifter kun løsning, hvis den samtidig sænker deres samlede driftsomkostninger").

### 5 TEST ANTAGELSER BILLIGT OG HURTIGT

Byg mockups, prototyper eller scenarier, som kan testes hurtigt og billigt. Det kan f.eks. være landingssider med nye produkter og services, udkast til nye funktioner, brugerrejsescenarier eller lignende. Enkle kundeinterviews er også en god mulighed.

- **Test tidligt** for at undgå at bruge ressourcer på at bygge den forkerte løsning og for hurtigt at få bekræftet eller afkræftet jeres antagelser.
- **Test neutralt** for øget troværdighed - undgå f.eks. at kundetests/interviews bliver salgsorienterede, men fokusér i stedet på ærlig feedback.
- **Test både internt** (egne processer) **og i markedet** (kundeadfærd, betalingsvilje) afhængigt af initiativet.

# 7 TRIN

## TIL HVORDAN MAN SOM IT-VIRKSOMHED SELV GÅR I GANG

### 6

## STYRK DANNEELSE OG KOMPETENCER

Grøn omstilling ser forskelligt ud på tværs af virksomheden og kræver forskellige kompetencer for at understøtte indsatserne:

- **Udviklere** kan uddannes i principper inden for grøn softwareudvikling og effektiv kode (*se værktøjet for de grønne softwareudviklingsinitiativer*).
- **Product managers** kan i indtænke energieffektivitet i analyse-og designfasen af softwareudviklingen.
- **Sælgere** skal have fokus på at oversætte CO2-besparelser eller energi-besparelser til kundens sprog og koble det til øvrig forretningsværdi (afhængig af hvad der er afdækket i trin 2-5)
- **Ledelse og indkøb** kan indgå partnerskaber med leverandører, der har et dokumenteret lavere CO2-aftryk, træffe bevidste cloud-valg (hvor f.eks. digital suverænitet også kan indtænkes), stille "grønne" indkøbskrav og forme kursen for produktudviklingen.

### 7

## ETABLÉR EJERSKAB OG FEEDBACK LOOPS

Virksomhedens grønne omstilling kan stagnere, hvis den ikke forankres organisatorisk og holdes i live gennem en vedvarende lærings- og testkultur.

- **Udpeg en ansvarlig og sikr internt ejerskab.** Udnævn en ansvarlig med et tydeligt mandat og ledelsesopbakning. Indarbejd faste opfølgningstidspunkter, så indsatsen ikke drukner i driften, men fastholdes som en ledelsesprioritet.
- **Hold fremdrift i udviklingsprojekterne og fasthold test-og-lær-kulturen..** Grøn omstilling er ikke et engangsprojekt, men en kontinuerlig proces. Dokumentér løbende indsigter fra tests og *Minimum Viable Products* (MVP'er), og lær systematisk af dem – både succeser og fiaskoer. Brug erfaringerne til at udvikle nye hypoteser, funktioner eller processer, som derefter testes igen.

# VIL DU VIDE MERE?

Denne guide har forhåbentlig givet jer et konkret udgangspunkt for at arbejde med den grønne omstilling i jeres forretningsmodeller og softwareudvikling. Hvis I ønsker at gå mere i dybden, finde yderligere inspiration eller få adgang til relevante værktøjer og ressourcer, indeholder nedenstående oversigt anbefalinger til jeres videre arbejde.

- **Green Software Foundations samling af konkrete *best practices* for grøn softwareudvikling**  
[Green Software Foundation](#)
- **Måling og beregning af Software Carbon Intensity (SCI) score iht. ISO/IEC 21031:2024**  
[Green Software Foundations guide til SCI](#)  
[ISO Standard for SCI](#)
- **Måling af softwarens energiforbrug**  
[Green Metrics Tool](#)
- **Teknologisk Instituts rapport om grøn software og datahåndtering**  
[Teknologisk Institut rapport](#)
- **Viegand Maagøes kravkatalog for grønne indkøbskrav til software**  
[Kravkatalog Bæredygtig Kodning](#)

## KLAR TIL AT TAGE NÆSTE SKRIDT?

Ønsker I yderligere viden eller sparring om jeres grønne omstilling, står Teknologisk Institut klar til at hjælpe. Med solid ekspertise inden for både digitalisering og grøn omstilling rådgiver vi virksomheder om at prioritere, planlægge og implementere relevante indsatser – fra de første strategiske overvejelser til den konkrete gennemførelse af tiltagene i denne guide.

## KONTAKTOPPLYSNINGER

Hellen Khosravi  
helk@teknologisk.dk  
7220 3267

# REFERENCER

**[1]** Ellen MacArthur Foundation (2016) Intelligent Assets: Unlocking The Circular Economy Potential <https://content.ellenmacarthurfoundation.org/m/3f4f8711fb2d6d92/original/Intelligent-assets-case-studies.pdf>

**[2]** European Commission (2023). ICT Environmental Impact <https://interoperable-europe.ec.europa.eu/collection/rolling-plan-ict-standardisation/ict-environmental-impact-rp2023>

**[3]** European Commission (2026) Green Digital Sector, <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/green-digital#:~:text=2%2D4%25%20of%C2%A0our%20greenhouse%20gas%E2%80%AFemissions>

**[4]** European Union (2024) Directive 2024/825 <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2024/825/oj/eng>

**[5]** Gartner (2025) Gartner Identifies the Top Strategic Trends in Software Engineering for 2025 and Beyond, <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2025-07-01-gartner-identifies-the-top-strategic-trends-in-software-engineering-for-2025-and-beyond>

**[6]** Teknologisk Institut (2024), Grøn Softwareudvikling Og Datahåndtering Teknologisk Institut rapport

**[7]** Green Software Foundation (2021) 10 Recommendations for Green Software Development. <https://greensoftware.foundation/articles/10-recommendations-for-green-software-development/>

**[8]** Green Software Foundation (2024) Software Carbon Intensity. <https://greensoftware.foundation/standards/scii/>

**[9]** Rambøll (2023) Copencloud Report: Intelligent data storage can optimize organizations' costs and lower their climate footprint. [https://copencloud.com/docs/CopenCloud\\_Report\\_EN.pdf](https://copencloud.com/docs/CopenCloud_Report_EN.pdf)

**[10]** IBM (s.d.) What is the software development life cycle (SDLC)? <https://www.ibm.com/think/topics/sdlc>

**[11]** Google Cloud (2026) Carbon free energy for Google Cloud regions <https://cloud.google.com/sustainability/region-carbon>

**[12]** Williams, R., Ren, T., De Carli, L., Lu, L., & Smith, G. (2021). Guided feature identification and removal for resource-constrained firmware. ACM Transactions on Software Engineering and Methodology, 31(2), Article 28, 1–25. <https://doi.org/10.1145/3487568>

**[13]** Berger, Michelle; Greinacher, Elias; and Wolf, Linda, (2022) "DIGITAL NUDGING TO PROMOTE ENERGY CONSERVATION BEHAVIOR – FRAMING AND DEFAULT RULES IN A SMART HOME APP". ECIS 2022 Research Papers. 92. [https://aisel.aisnet.org/ecis2022\\_rp/92](https://aisel.aisnet.org/ecis2022_rp/92)

**[14]** Green Software Foundation (s.d.) Use carbon-aware scheduling and region selection for AI workloads <https://patterns.greensoftware.foundation/operations/carbon-aware-ai-scheduling/>

**[15]** Green Software Foundation (s.d.) Set Storage Retention Policies <https://patterns.greensoftware.foundation/operations/resource-lifecycle/set-retention-policy-on-storage-resources/>

**[16]** Zewe, A. (2025). Explained: Generative AI's environmental impact. MIT News. <https://news.mit.edu/2025/explained-generative-ai-environmental-impact-0117>

**[17]** Green Software Foundation (s.d.) Use Right-sized and Energy-efficient AI Models <https://patterns.greensoftware.foundation/development/right-sized-energy-efficient-ai-models/>

# REFERENCER

**[18]** Chowdhury, S. K. (s.d.). Token optimization: The backbone of effective prompt engineering. IBM Developer.  
<https://developer.ibm.com/articles/awb-token-optimization-backbone-of-effective-prompt-engineering/>

**[19]** Şanlıalp, İ., Öztürk, M. M., & Yiğit, T. (2022). Energy efficiency analysis of code refactoring techniques for green and sustainable software in portable devices. Electronics, 11(3), 442.  
<https://doi.org/10.3390/electronics11030442>

**[20]** Chrome Developers. (2019). Serve images in modern formats. Google.  
<https://developer.chrome.com/docs/lighthouse/performance/uses-webp-images>

**[21]** Green Software Foundation (s.d.) Leverage Pre-trained Models and Transfer Learning  
<https://patterns.greensoftware.foundation/development/pre-trained-transfer-learning/>

**[22]** Murugesan, S. (2021). 10 recommendations for green software development. Green Software Foundation.  
<https://greensoftware.foundation/articles/10-recommendations-for-green-software-development/>

**[23]** Fredslund, L. (2025). 5 ways to run a leaner, faster, and greener CMS: Why performance and sustainability go hand in hand. Umbraco.  
<https://umbraco.com/blog/5-ways-to-run-a-leaner-faster-and-greener-cms-why-performance-and-sustainability-go-hand-in-hand/>

**[24]** IBM Cloud Education Team. (n.d.). What is green coding and why does it matter? IBM Think.  
<https://www.ibm.com/think/topics/green-coding>

**[25]** Kubernetes Authors. (2026). Resource management for Pods and Containers. Kubernetes Documentation.  
<https://kubernetes.io/docs/concepts/configuration/manage-resources-containers/>

**[26]** Green Software Foundation (s.d.) Use Circuit Breaker Patterns  
<https://patterns.greensoftware.foundation/operations/capacity-management/use-circuit-breaker/>

**[27]** Green Software Foundation (s.d.) Cache Static Data  
<https://patterns.greensoftware.foundation/development/data-handling/cache-static-data/>

**[28]** Jose, B. (2024). Understanding sustainable software testing. BCS.  
<https://www.bcs.org/articles-opinion-and-research/understanding-sustainable-software-testing/>

**[29]** Green Software Foundation (s.d.) Measure the Energy Intensity of Your Software  
<https://greensoftware.foundation/standards/sei/>

**[30]** Green Software Foundation (s.d.) Delete Unused Storage Resources  
<https://patterns.greensoftware.foundation/operations/resource-lifecycle/delete-unused-storage-resources/>

**[31]** Sutton-Parker, J. (2022). Quantifying greenhouse gas abatement delivered by alternative computer operating system displacement strategies. Procedia Computer Science, 203, 254–263  
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.07.033>

