

# Klimaanalyse og økonomisk analyse

Digitale 2,13" e-ink gæstekort versus printede gæstekort

Rapporten sammenligner 30 genbrugelige 2,13" e-ink gæstekort med printede gæstekort i format 5 x 4 cm på Brother DK-22223 papirtape. Analysen kombinerer en 36-måneders økonomisk business case med en klimavurdering for materialer, batterier og søfragt fra Kina til Danmark.

Nøgleresultat	Resultat
Økonomisk break-even	ca. 10,7 måneder / ca. 34.818 gæstekort
Klima-break-even	ca. 9,3 måneder / ca. 30.348 gæstekort
Årlig printbelastning	3.696 kr. og 24,2 kg CO2e
E-ink startpost	3.300 kr. og 18,8 kg CO2e
Batterier i de første 36 måneder	Ingen forventede udskiftninger i basisscenariet

## Hovedpointe

De 30 medfølgende CR2025-batterier rækker samlet til ca. 360.000 opdateringer. Ved 39.000 gæstekort pr. år svarer det til cirka 9,2 års drift, før batterierne forventes skiftet første gang ved jævn belastning.

## 1. Formål og metode

Formålet er at vurdere, hvornår digitale e-ink gæstekort bliver bedre end printede gæstekort - både økonomisk og klimamæssigt - under en 36 måneders periode.

Økonomidelen måler kumulative omkostninger over 36 måneder. Klimadelen måler materialebaseret klimabelastning i kg CO2e for labelmateriale, kort, batterier og søfragt. For den konkrete 2,13" enhed findes der ikke en offentlig, produktspecifik carbon footprint-verifikation, så kortets klima er estimeret via et konservativt proxy-setup: et verificeret 2,9" e-paper modul er skaleret efter aktivt displayareal, og der er lagt et separat tillæg til for kortets øvrige elektronik.

**Tabel 1. Inputdata**

Parameter	Værdi	Kilde
Gæster pr. dag	150	Brugeroplysning
Arbejdsrytme	5 dage/uge, 52 uger/år	Brugeroplysning
Årlige gæstekort	39.000	150 x 5 x 52
Kortformat	5 cm x 4 cm	Brugeroplysning
Brother DK-22223	50 mm x 30,48 m	[K1]
Papirspild	10 % af rullen	Brugeroplysning
Pris pr. rulle	65 kr.	Brugeroplysning
E-ink kort	30 stk. à 110 kr. inkl. batteri	Brugeroplysning
Batteritype	CR2025	Brugeroplysning
Batterilevetid	12.000 opdateringer pr. batteri	Brugeroplysning
Pris for nyt batteri	4 kr.	Brugeroplysning

Tabel 2. Supplerende antagelser

Antagelse	Base case	Grundlag	Sikkerhed
Søfragt Kina til Danmark	20.000 km	Analytikerantagelse	Mellem
Søfragtfaktor	0,01612 kg CO2e pr. ton-km	[K2]-[K3]	Høj
Labelpapir faktor	1,56 kg CO2e/kg	[K4]	Mellem
Rulle vægt	203 g produkt / 335 g brutto	[K5]-[K6]	Mellem
2,13" display-PCF	0,349 kg CO2e pr. kort	[K7]-[K9]	Mellem
Øvrig kortelektronik	0,25 kg CO2e pr. kort	Konservativt estimat	Lav
Kortvægt til søfragt	26,3 g inkl. medfølgende batteri	[K9]-[K10]	Mellem
CR2025 klima	0,0188 kg CO2e pr. batteri	[K11]	Lav

### Afledte driftsstørrelser

Et printet gæstekort bruger 4,0 cm af rullen. Med 10 % papirspild giver en rulle ca. 685,8 brugbare kort. Hvert e-ink kort belastes i gennemsnit med ca. 1.300 opdateringer pr. år, så det medfølgende batteri forventes at holde i ca. 9,2 år pr. kort.

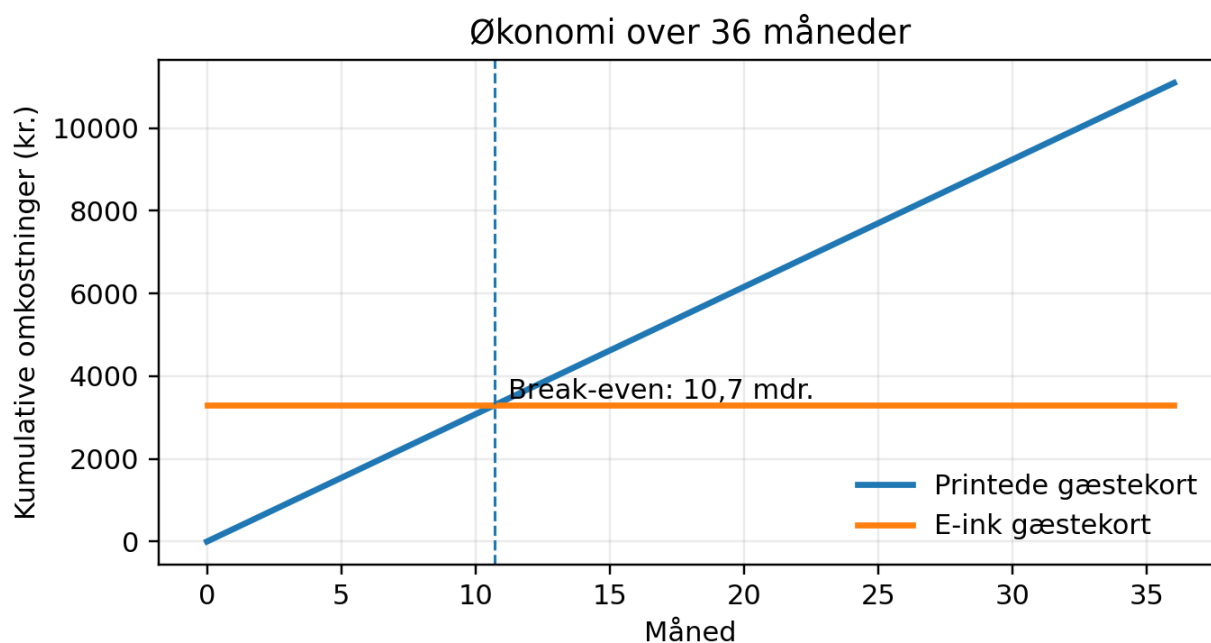
## 2. Økonomisk analyse

Basisscenariet giver 39.000 gæstekort om året. Med 10 % papirspild kræver det ca. 56,9 ruller om året, svarende til en årlig printomkostning på 3.696 kr. E-ink-løsningen starter med en investering på 3.300 kr. for 30 kort inklusive batterier.

Da de medfølgende batterier ved jævn belastning først forventes udskiftet efter cirka 9,2 år, opstår der ingen batteriudgift i den 36-måneders periode, der bruges til break-even-beregningen. På meget lang sigt svarer batteriskift til kun ca. 13 kr. om året i gennemsnit.

Tabel 3. Økonomiske hovedresultater

Post	Resultat	Kommentar
Kort pr. rulle efter spild	685,8	
Pris pr. printet kort	0,09 kr.	
Ruller pr. år	56,9	
Årlig printomkostning	3.696 kr.	
Startinvestering e-ink	3.300 kr.	30 kort inkl. batteri
Batteriudgift i 36 måneder	0 kr.	Ingen forventede skift i perioden
Langsigtet gennemsnitlig batteriudgift	13 kr.	Efter de første batterier er opbrugt
Økonomisk break-even	10,7 mdr.	ca. 34.818 gæstekort



Figur 1. Kumulative omkostninger over 36 måneder. I base case krydser e-ink under print efter ca. 10,7 måneder.

**Tabel 4. Følsomhed - økonomisk break-even**

Scenario	Break-even	Hvad ændres
Base case	10,7 mdr.	150 gæster/dag, 10 % spild
Lavere trafik	13,4 mdr.	120 gæster/dag
Højere trafik	8,9 mdr.	180 gæster/dag
Mindre spild	11,3 mdr.	5 % papirspild
Mere spild	10,1 mdr.	15 % papirspild

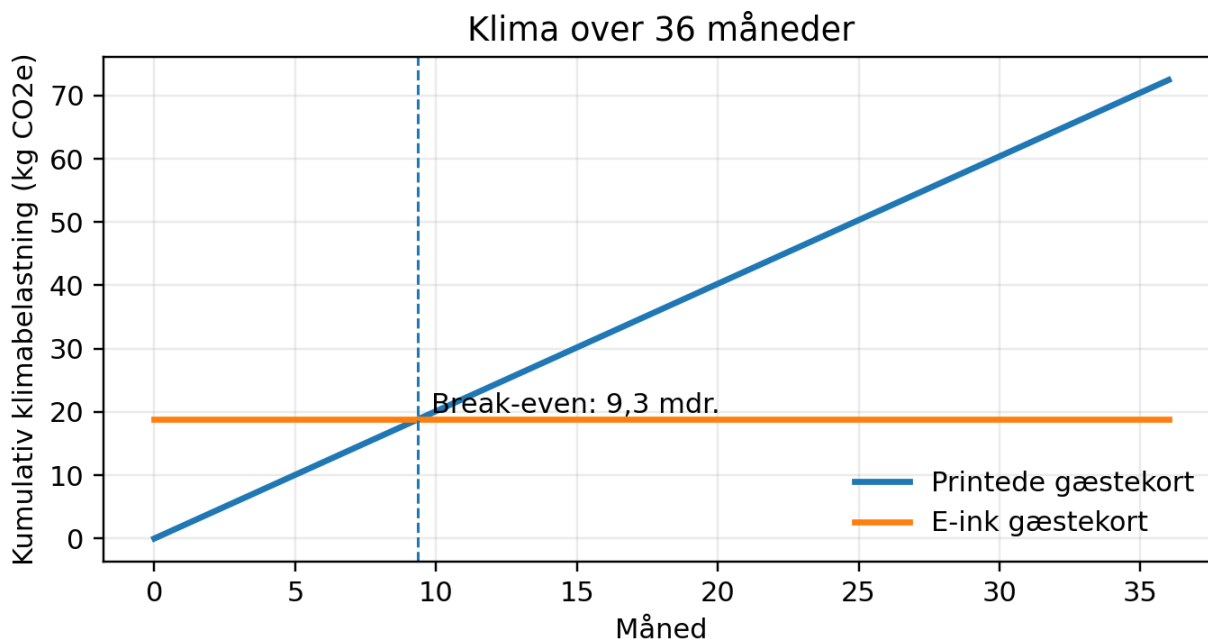
Økonomikonklusionen er robust. I hele intervallet fra 120 til 180 gæster pr. dag ligger break-even mellem 8,9 og 13,4 måneder. Over 36 måneder giver base case en akkumuleret besparelse på ca. 7.789 kr.

### 3. Klimaanalyse

Printløsningen bærer et tilbagevendende klimaaftryk fra labelmateriale og søfragt for hver ny rulle. E-ink-løsningen bærer primært et engangsaftryk for 30 kort med batterier og søfragt ved levering. Da de medfølgende CR2025-batterier forventes at række i mere end ni år ved jævn belastning, er der ingen forventede batteriskift i 36-månedersperioden.

**Tabel 5. Klimaforudsætninger og delresultater**

Post	Resultat	Forklaring
Labelmateriale pr. rulle	0,317 kg CO <sub>2</sub> e	203 g x 1,56 kg/kg
Søfragt pr. rulle	0,108 kg CO <sub>2</sub> e	335 g brutto, skib
Årlig print-klimabelastning	24,2 kg CO <sub>2</sub> e	Materiale + søfragt
2,13" displaymodul	0,349 kg CO <sub>2</sub> e	Skaleret fra verificeret 2,9" modul
Øvrig kortelektronik	0,25 kg CO <sub>2</sub> e	Konservativt tillæg
Medfølgende CR2025	0,0188 kg CO <sub>2</sub> e	Skaleret LiMnO <sub>2</sub> proxy
Søfragt pr. kort	0,0085 kg CO <sub>2</sub> e	26,3 g inkl. batteri
E-ink startpost	18,8 kg CO <sub>2</sub> e	30 kort inkl. batterier og søfragt
Klima-break-even	9,3 mdr.	ca. 30.348 gæstekort



Figur 2. Kumulativ klimabelastning over 36 måneder. I base case krydser e-ink under print efter ca. 9,3 måneder.

**Tabel 6. Følsomhed - klima-break-even**

Scenario	Break-even	Hvad ændres
Base case	9,3 mdr.	0,25 kg CO2e ekstra elektronik pr. kort
Lavt elektronik-tillæg	7,1 mdr.	0,10 kg CO2e pr. kort
Højt elektronik-tillæg	13,8 mdr.	0,55 kg CO2e pr. kort
Lavere papirfaktor	11,3 mdr.	1,20 kg CO2e/kg labelpapir
Højere papirfaktor	7,7 mdr.	2,00 kg CO2e/kg labelpapir

Klimakonklusionen er også robust. Selv i et højt scenarie for kortets øvrige elektronik ligger klimabreak-even omkring 13,8 måneder. Over 36 måneder reducerer e-ink base case den akkumulerede klimabelastning med ca. 53,7 kg CO2e.

## 4. Anbefaling

- Under de givne forudsætninger er e-ink økonomisk bedst efter ca. 10,7 måneder.
- På klima er e-ink bedst efter ca. 9,3 måneder i base case.
- Batteriforbruget er ikke den styrende faktor i den første driftsperiode, fordi første batteri følger med hvert kort og forventes at holde langt ud over analysehorisonten.

## Bilag A. Centrale beregninger

- Årlige gæstekort =  $150 \times 5 \times 52 = 39.000$  kort/år.
- Brugbar rullelængde =  $30,48 \text{ m} \times 90 \% = 27,432 \text{ m}$ .
- Kort pr. rulle efter spild =  $27,432 / 0,04 = 685,8$ .
- Årlig printomkostning =  $56,9 \text{ ruller} \times 65 \text{ kr.} = 3.696 \text{ kr.}$ .
- Opdateringer pr. kort pr. år =  $39.000 / 30 = 1.300$ .
- Forventet batterilevetid pr. kort =  $12.000 / 1.300 = 9,2$  år.

- Økonomisk break-even =  $3.300 / 3.696,4 \times 12 = 10,7$  måneder.
- Display-PCF 2,13" =  $0,59 \times (1.150,6 / 1.944,1) = 0,349$  kg CO<sub>2</sub>e pr. kort.
- Klimabreak-even =  $18,79 / 24,15 \times 12 = 9,3$  måneder.

## Bilag B. Kilder

Kilderne nedenfor er de centrale offentlige datapunkter bag beregningen. Hvor der ikke findes produktspecifik klimadokumentation, er der brugt tydeligt markerede proxier og konservative antagelser.

- [K1] [Brother DK-22223 produktside \(Brother Store\)](#)
- [K2] [UK Government - 2025 greenhouse gas conversion factors](#)
- [K3] [2025 condensed set workbook for emissionsfaktorer](#)
- [K4] [CarbonCloud benchmark for labeling paper](#)
- [K5] [DCS produktspecifikation for DK-22223](#)
- [K6] [TME produktspecifikation for DK-22223](#)
- [K7] [E Ink sustainability - verificeret carbon footprint for 2,9" modul](#)
- [K8] [E Ink officiel 2,9" produktspecifikation](#)
- [K9] [Waveshare 2,13" e-paper - displaymål og vægtproxy](#)
- [K10] [Panasonic CR2025 datasheet](#)
- [K11] [Epishine LCA calculations - LiMnO<sub>2</sub> batteriproxy](#)