



Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

CEPRO

Cirkulær model for forlænget produktliv af elektroniske produkter

MUDP Rapport

September 2023

Udgiver: Miljøstyrelsen

Redaktion:

Bjørn Bauer – PlanMiljø ApS

Kia Rose Egebæk – PlanMiljø ApS

Dmitry Zhilyaev – Syddansk Universitet

Keshav Parajuly – Syddansk Universitet

Ciprian Cimpan – Syddansk Universitet

Henrik Wenzel – Syddansk Universitet

Fotos:

Dmitry Zhilyaev

ISBN: 978-87-7038-555-8

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling. Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter. Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Må citeres med kildeangivelse.

Indhold

1.	Resume	5
2.	Baggrund	6
2.1	Projekt mål og leverancer	7
2.2	Organisering af projektet	7
3.	Potentialer ved cirkulære forretningsmodeller for elektroniske artikler	9
3.1	Fysiske flows og lagre	10
3.1.1	Pulterkammereffekten – produkter i dvale	13
3.2	Typer af forretningsmodeller	14
3.2.1	Udfordringer ved cirkulære forretningsmodeller	15
3.3	Eksempler på forretningsmodeller	17
3.3.1	Grading af produkter	21
3.4	System til miljødokumentation	23
4.	Digital onsite produktanalyse	27
4.1	Automatiserede processer	27
4.1.1	Print af laptop keyboards	28
4.2	Grading af udstyr vha. kamerainspektion eller laser-scanning	29
4.3	Rengøring af produkter vha. tørnis, vask og robot	30
4.4	Varesegmentering i modtagelsen	31
4.5	Lagerlogistik / lagerrobot	31
4.6	Vertikal storage under indkøring	32
4.7	Diagnostiseringsværktøj iht. Brugerbehov	34
4.7.1	Guide til 'Refurb-analyser'	37
5.	Model for opkøb og refurbishment af elektronisk udstyr	42
5.1	Indsamlet elektronik fra genbrugsstationer	42
5.2	Kvalitet og potentiale i elektronik fra private	44
5.2.1	Potentialet for refurbishingvirksomheder	46
5.3	Adfærdsmæssige aspekter og opfattelse af CØ-forretningsmodeller	46
5.4	Genbrugsaktioner	50
5.4.1	Resultater	51
5.4.2	Opsamling på undersøgelser om forbrugeradfærd	54
5.5	Potentielle forretningsmodeller	55
5.5.1	Segment 1: Genbrugsstationer (som værdikædesamarbejde)	55
5.5.2	Segment 2: Privatpersoner	56
5.5.3	Segment 3: Små virksomheder (færre end 50 elementer)	57
5.6	Test af forretningsmodeller	58
5.6.1	Datasikkerhed	59
5.6.2	Implementering af miljøvurdering på nyt website	60
5.6.3	Test af Leje/Leasing-model	60
6.	Konklusion	63
7.	Referencer	64

8.	Bilag	67
	Bilag 1.Circular business models in the e-product sector	67
Bilag 1.1	Identification and overview of potential CE business models	67
Bilag 1.2	Evaluation of the potential for CE business models	70
Bilag 1.3	Waste generated	75
Bilag 1.4	Analysis of the second-hand market	77
Bilag 1.5	Challenges	94
	Bilag 2.Cases/eksempler på forretningsmodeller	98
Bilag 2.1	Back Market	98
Bilag 2.2	Volpy	98
Bilag 2.3	Sage & Sage Bluebook	99
Bilag 2.4	ecoATM	100
Bilag 2.5	Leapp	102
Bilag 2.6	<i>RE-TEK</i>	102
Bilag 2.7	Green Idea tech	104
Bilag 2.8	Binee	104
Bilag 2.9	Neverware / CloudReady	105
Bilag 2.10	Norsk ombruk	105
Bilag 2.11	De Kringwinkel	106
Bilag 2.12	Opkøb af UEE fra private	106
Bilag 2.13	Leasing modeller	111
	Bilag 3.Evaluation of the potential for acquisition of e-products from Danish households	114
Bilag 3.1	Methodology	114
Bilag 3.2	Results	118
Bilag 3.3	<i>Stock of laptops</i>	122
Bilag 3.4	<i>Stock of desktop PCs</i>	129
Bilag 3.5	<i>Evaluation of the potential for refurbishing companies</i>	133
Bilag 3.6	<i>Behavioural aspects and perception of CE business models</i>	134
9.	Model for environmental reporting of refurbished ITC	140
Bilag 3.7	Environmental assessment of ITC products	141
Bilag 3.8	<i>Developing a model for environmental reporting of refurbished ITC</i>	147
	References	154

1. Resume

CEPRO-projektet, som er et samarbejde mellem IT-virksomheden Refurb, videncenteret Life Cycle Engineering fra Syddansk Universitet (SDU), støttet af konsulentfirmaet PlanMiljø ApS, undersøger muligheder for at indsamle, behandle og genbruge brugte elektroniske produkter (e-produkter) fra private.

Miljøstyrelsens forbrugeradfærdsanalyse fra 2015 viser, at en gennemsnitlig dansk familie ejer 393 kg elektronik, hvoraf 45 kg (11%) står ubrugt hen (er på "lager") og derfor i princippet kan bortskaffes eller sendes videre i et genbrugs-loop¹. Analysen viser også, at mængden af ubrugte e-produkter i hjemmene er stigende og at danskerne gemmer deres ubrugte udstyr så længe, at de i stedet for at sætte det ind i et genbrugs-loop kører det på genbrugspladsen til skrot². Verden over er markedet for brugt elektronik eksploderet de seneste år, og der er sket en høj grad af professionalisering af refurbishers. Eksempelvis er salget af refurbished smartphones steget med 13% fra 2016 til 2017, og genbrugsandelen for smartphones er nu tæt på 10% af det samlede globale marked.

Den cirkeløkonomiske virksomhed Refurb, der opkøber, renser/klargør og sælger brugte e-produkter, har allerede et velfungerende loop, hvor brugte e-produkter fra større virksomheder og organisationer i Danmark bliver til genbrugte e-produkter for både private forbrugere og virksomheder. I loopet udgør private forbrugeres brugte e-produkter ikke endnu et element i værdikæden, fordi det ikke er lykket at udvikle rentable forretningsmodeller. Med Refurb som omdrejningspunkt har CEPRO-projektet undersøgt muligheder for at etablere et cirkulært loop, der får brugte og udtjente elektroniske produkter fra danske hjem og genbrugspladser frem til refurbishment hos Refurb – på en måde som er økonomisk og miljømæssigt attraktiv.

Projektets tests og analyser giver et billede af, at ca. 60% af den elektronik, som befinder sig i de danske hjem, men ikke længere anvendes, rent faktisk fungerer. Til gengæld var det kun en mindre andel af den fungerende elektronik, der var i en sådan stand og alder, at det ville være forretningsmæssigt anvendeligt for Refurb i et cirkulært loop. Projektets anden test viste, at langt flere brugbare e-produkter kunne indsamles ved at give et økonomisk incitament til brugerne. Variationen i produkternes type og kvalitet er dog så stor, at der skabes logistiske udfordringer og behov for volumen for at skabe rentabilitet. I lyset af disse undersøgelser har projektet ført til udvikling af en software, som kan produktanalysere enheder hos kunden for på den måde blandt andet at reducere den "informationsasymmetri", som eksisterer på markedet mellem køber og sælger. Produktanalysen kan desuden benyttes til at løse datasikkerheds- og logistiske udfordringer i behandlingen af privates elektronik. Softwaren scanner og analyserer hardwaren og udarbejder en komplet specifikation på de enkelte enheder. Softwareprogrammet er i dag i beta-test, men endnu ikke officielt lanceret på markedet, da der er behov for at undersøge mulighederne for yderligere indhold, funktionalitet og markedskommunikation. Dette forventes at ske i løbet af 2020.

Projektet har lagt grunden for en fremtidig udvidelse af refurbing-markedet i Danmark og vil i årene fremover danne baggrund for yderligere initiativer inden for levetidsforlængelse af elektronikprodukter hos partnerne og andre aktører inden for refurbishment og forskning, samt inspirere nye aktører til at etablere nye forretningsmodeller.

¹ 25% af danske familier har en bærbar computer, som ikke er benyttet inden for det seneste år (over 1 mio. enheder). 12% har en stationær computer, som de ikke benytter (ca. 0,5 mio. enheder).

² Miljø- og Fødevareministeriets forbrugeradfærd 2015

2. Baggrund

Genbrug af elektronik og elektronikaffald står højt på dagsordenen i Danmark ud fra et ønske om at fremme affaldsforebyggelse, cirkulær økonomi og ressourceeffektivitet. Genbrug af elektronik og elektronikaffald WEEE kan forlænge elektronikprodukters levetid og dermed bidrage til at sikre en mere effektiv udnyttelse af produkterne og til at forebygge mængden af elektronikaffald³. Der er i dag et stort uudnyttet potentiale for cirkulære forretningsmodeller baseret på levetidsforlængelse af elektriske og elektroniske produkter. Det vurderes, at alene levetidsforlængelse af højværdiprodukter udgør et årligt potentiale for en omsætning på mere end to mia. kr. og ressourcebesparelser på over 3.900 tons elektronik i Danmark⁴. Det samlede potentiale for cirkulære forretningsmodeller for brugt elektronik i Danmark vurderes at kunne nedbringe WEEE med 4.900 tons, og et markedspotentiale på 9.1 milliarder danske kroner⁵.

Der sker en ændring i det politiske landskab disse år og af rammebetingelserne for at drive denne type forretning. Politisk er der et ønske om bedre brug af ressourcer, om at forebygge affald samt et fokus på transition til cirkulær økonomi, ikke mindst qua et politisk fokus fra EU og herunder krav til de enkelte medlemslande.

Imidlertid eksisterer der en række barrierer og udfordringer i værdikæden som hindrer fuld udnyttelse af dette potentiale, blandt andet en række uhensigtsmæssigheder i systemet for indsamling, behandling og sortering af elektronik⁶. Trends viser, at stigende mængder WEEE forlader de officielle indsamlingskanaler, og at krav i forbindelse med Eco-design Direktivet og cirkulær økonomi kan føre til yderligere regulering og omkostninger for producenter⁷.

Cirkulære forretningsmodeller og forlængelse af produkters levetid forventes at kunne bidrage til at opnå de ønskede politiske målsætninger uden en tung regulering⁸ samt forbedre ressourceeffektiviteten på tværs af værdikæden, samtidigt med at der tilføjes værdi og arbejdspladser. IT-virksomheden Refurb har siden 2008 arbejdet på at give elektriske og elektroniske højværdiprodukter ekstra liv og vil med det foreliggende projekt bidrage til at få det store uudnyttede økonomiske og ressourcemæssige potentiale virkeliggjort. Det skal ske ved at få bedre adgang til opkøb af databærende elektroniske produkter (e-produkter) - bærbare og stationære computere, smartphones, tablets og blandet IT – hos både private og virksomheder, samt at implementere en cirkulær forretningsmodel baseret på levetidsforlængelse.

En del af det skønnede potentiale for en cirkulær strategi for e-produkter baserer sig på, at der hos både borgere og virksomheder henligger betydelige mængder elektronik, der kan opkøbes ved brugeren eller indleveres til genbrugspladserne med henblik på genbrug. Refurb har en formodning om, at det er muligt at genbruge 8-10 % af dette brugte udstyr, såfremt det håndteres hensigtsmæssigt på vejen fra bruger til genbrugsvirksomhed. Miljøstyrelsen har tilsvarende i en undersøgelse vedrørende ophobning af elektronik ('pulterkammer') anslået, at der

³ PlanMiljø 2015: Miljøprojekt nr. 1739

⁴ Accenture 2016: Circular business models for WEEE

⁵ Accenture 2016: Circular business models for WEEE

⁶ Niras 2016: The Voluntary Agreement on WEEE

⁷ Accenture 2017: Improving EEE and WEEE re-use in Denmark – A Roadmap

⁸ Accenture 2016: Circular business models for WEEE

hos husholdninger og virksomheder bl.a. ligger 0,5 mio. bærbare computere, som potentielt kunne bringes tilbage til markedet. Databærende elektroniske produkter bliver i vidt omfang henstillet, idet brugeren ønsker sikkerhed for, at data ikke er tilgængelige. For at give den ny cirkulære model mulighed for volumen er der behov for en teknologi til effektiv og dokumenteret datasletning hos kunden – denne udfordring udgør én af de vigtigste teknologiske udfordringer for projektet.

2.1 Projekt mål og leverancer

CEPRO-projektet er udviklet i samarbejde mellem IT-virksomheden Refurb, videncenteret Life Cycle Engineering fra Syddansk Universitet (SDU) og konsulentfirmaet PlanMiljø ApS.

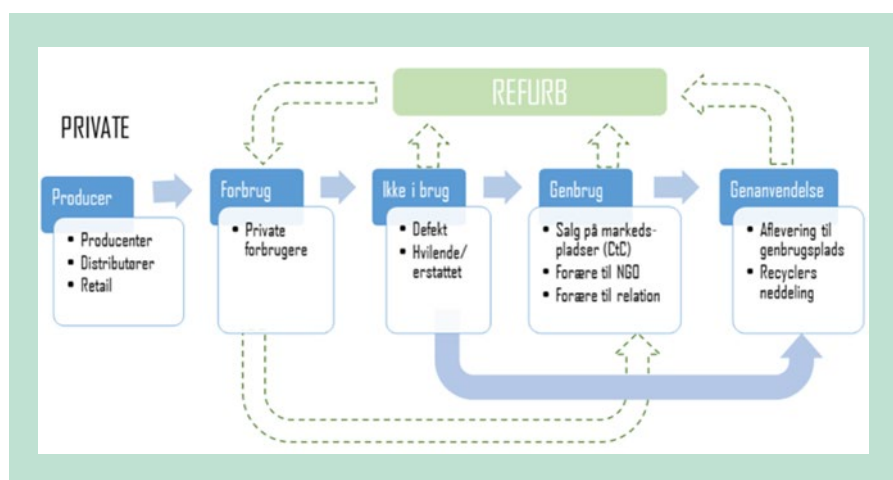
Projektets overordnede formål er at nedbringe miljøbelastningen og øge ressourceudnyttelsen fra brugte elektroniske produkter og affald. **Projektets konkrete mål** er at udvikle og implementere en cirkulær forretningsmodel baseret på levetidsforlængelse af produkttyperne bærbare og stationære computere, smartphones, tablets og blandet IT (databærende produkter).

Potentialet ligger i:

- at skabe større interesse hos virksomheder for at genbruge gennem sikker datahåndtering
- at skabe incitamenter for at aktivere de mange "hvilende" enheder hos private.

Projektet undersøger og tester muligheder for at indføre nye forretningsmodeller i Refurb, der:

- forebygger WEEE fra private forbrugere i Danmark og dermed nedbryder miljøbelastningen og øger ressourceudnyttelsen fra UEEE og WEEE
- er økonomisk bæredygtige
- bliver understøttet af teknologiske løsninger.



FIGUR 1. CEPRO-projektet afdækker det uudnyttede potentiale i opkøb/opsamling af brugt EEE fra private kunder og genbrugspladser — symboliseret ved de stiplede linjer i modellen.

2.2 Organisering af projektet

CEPRO-projektet er udviklet i samarbejde mellem hovedansøger Refurb, medansøgere SDU Life Cycle Engineering, Odense Renovation (OR), Affaldsselskabet Vendsyssel Vest (AVV) samt underleverandør PlanMiljø ApS.

Refurb er en privat virksomhed, der foretager refurbishment af brugt it-udstyr – primært computere, tablets og mobiltelefoner til private og erhverv. Refurb har en stærk interesse i den cirkulære økonomi og har strategiske planer for at udvide arbejdsfeltet til omkringliggende lande over de næste år.

SDU Life Cycle Engineering er en af de ledende danske aktører inden for end-of-life management af elektroniske produkter med stort fokus på cirkulær økonomi. SDU har undersøgt materialemæssige, organisatoriske og brugerrelaterede forhold omkring genbrug af elektroniske produkter. SDU vil særligt indgå i projektets kortlægning af flows, tekniske analyser af elektronikaffald, vurdering af logistikmodeller og den samlede analyse af ressource- og klimaprofil for alternative løsninger.

PlanMiljø har arbejdet med analyser og modeller for øget genanvendelse og genbrug af elektronisk udstyr i mere end et årti og har stor erfaring med gennemførelse af komplekse projekter. PlanMiljø indgår i projektet som praktisk projektleder med støtte til projektets fremdrift og afrapportering, ligesom PlanMiljø indgår med analyser af potentialer, miljøvurderinger og udvikling af cirkulære modeller.

3. Potentialer ved cirkulære forretningsmodeller for elektroniske artikler

Generelt betragtes cirkulær økonomi (CØ) som et mere bæredygtigt alternativ til det nuværende industrisystem, da det er en model, der er afhængig af design og systemdækkende innovation for at reducere affald og de dertil knyttede negative virkninger, og som bygger på økonomisk, naturlig og social kapital⁹. I de seneste år har vi set en stødt voksende debat om dette emne med statslige og private sektorer, der i højere og højere grad omfavner paradigmeskiftet i deres politikker og forretningsstrategier. Den Europæiske Union, der ser overgangen til et mere cirkulært system som en mulighed, har formuleret en handlingsplan for at sikre bæredygtige konkurrencefordele for Europa¹⁰. Det danske Advisory Board for cirkulær økonomi, der blev nedsat af Regeringen¹¹ i juni 2016 med det formål at planlægge og vejlede om dannelsen af danske industrier til CØ¹², har identificeret mål, som inkluderer et løft i materiale-genvinding (til 80%) og reduktion af affald (15%) inden år 2030.

Fordele ved CØ er blevet bredt accepteret i flere erhvervssektorer og konceptet anses især for relevant for elektriske og elektroniske produkter (e-produkter) på grund af produkternes relativt korte levetid og brugen af vigtige ressourcer såsom kritiske metaller i disse produkter¹³. Potentialet for implementering af cirkulære modeller i livscyklusforvaltningen af e-produkter er blevet undersøgt - inklusive teknologiske, samfundsøkonomiske og lovgivningsmæssige perspektiver¹⁴. På trods af det identificerede potentiale og den herskende debat omkring CØ er der ikke mange eksempler på succesrige virksomheder i branchen for e-produkter – især ikke på det danske marked.

Markedet for levetidsforlængelse af elektroniske højværdiprodukter vurderes i Danmark alene at kunne omsætte for over to mia. kr. årligt og at have potentiale for ressourcebesparelse på over 3.900 tons EEE om året¹⁵. Det vurderes i UK, at ca. en tredjedel af den elektronik, som afleveres på genbrugsstationerne som elektronikaffald, rent faktisk virker og har en genbrugs-værdi på godt 900 mio. kr.^{16, 17}. Det foreliggende projekt vil undersøge, om lignende størrelsesordener gør sig gældende i Danmark.

⁹ Ellen MacArthur Foundation 2018

¹⁰ Europa-Kommissionen 2015

¹¹ <https://mfvm.dk/miljoe/strategi-for-cirkulaer-oekonomi/anbefalinger-om-cirkulaer-oekonomi/>

¹² Danmarks Miljø- og Fødevareministerium 2017

¹³ Parajuly 2017

¹⁴ Ghisellini, Cialani et al. 2016, Singh og Ordoñez 2016, Parajuly og Wenzel 2017

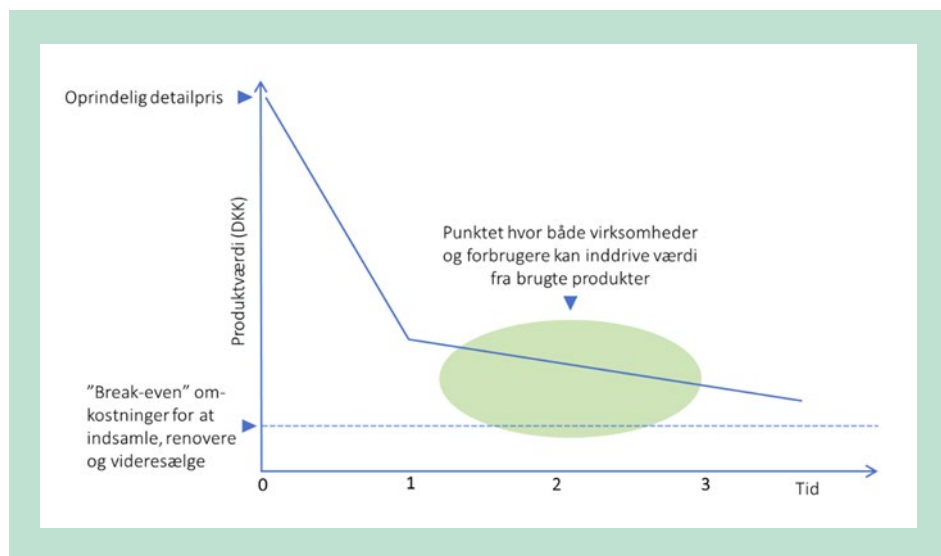
¹⁵ DI 2016: WEEE GOES CIRCULAR - Resultater fra Den frivillige aftale om WEEE

¹⁶ Regeringen 2015: Danmark uden affald, Strategi for affaldsforebyggelse

¹⁷ WRAP 2011: Realising the Reuse Value of Household WEEE

En typisk computer har en gennemsnitlig levetid på 3 år, mens fx en mobiltelefon gennemsnitligt lever mindre end to år¹⁸, og projektets mål er at forlænge produkternes levetid med yderligere 3 år og dermed:

- Mindske efterspørgslen på nye produkter og hermed spare ressourcer, energi, emballage etc.
- Forsinke fremkomsten af elektronisk affald
- Øge forståelsen for genbrug generelt.



FIGUR 2. Rentabilitet ved genbrug i forholdet mellem levetid og produktværdi.

Øget genbrug af elektroniske produkter vil styrke virksomheder, institutioner og borgere i at forstå og implementere cirkulære principper. Øget genbrug vil skabe flere arbejdspladser i Danmark (anslået én arbejdsplads pr. 1.500 stykker genbrugt udstyr¹⁹ – samlet set skønsmæssigt op til 50 danske arbejdspladser) og give Refurb mulighed for at udvikle forretningsområdet til også at dække udlandet. Ved at gøre det let, trygt og sikkert at bringe brugt elektronik tilbage på markedet vil brugte produkter stige i værdi og dermed skabe økonomisk gevinst for den oprindelige produktejer. Økonomisk tilgodeser modellen også de nye ejere, som vil kunne erhverve sig fuldt funktionsdygtig elektronik til lavere priser²⁰. Læs mere om borgernes ønsker og forbehold ved at erhverve sig brugte e-produkter i afsnit 5.3.

3.1 Fysiske flows og lagre

En kortlægning af mængderne af e-produkter på det danske marked giver et billede af det forretningsmæssige og ressource-/miljømæssige potentiale ved en cirkulær forretningsmodel. I det følgende gennemgås derfor markedspotentialet ved det fysiske flow og de lagre af salgsbare e-produkter, der potentielt er til rådighed for Refurb inden for de centrale produktkategorier, bærbare og stationære computere, tablets og mobiltelefoner (smartphones).

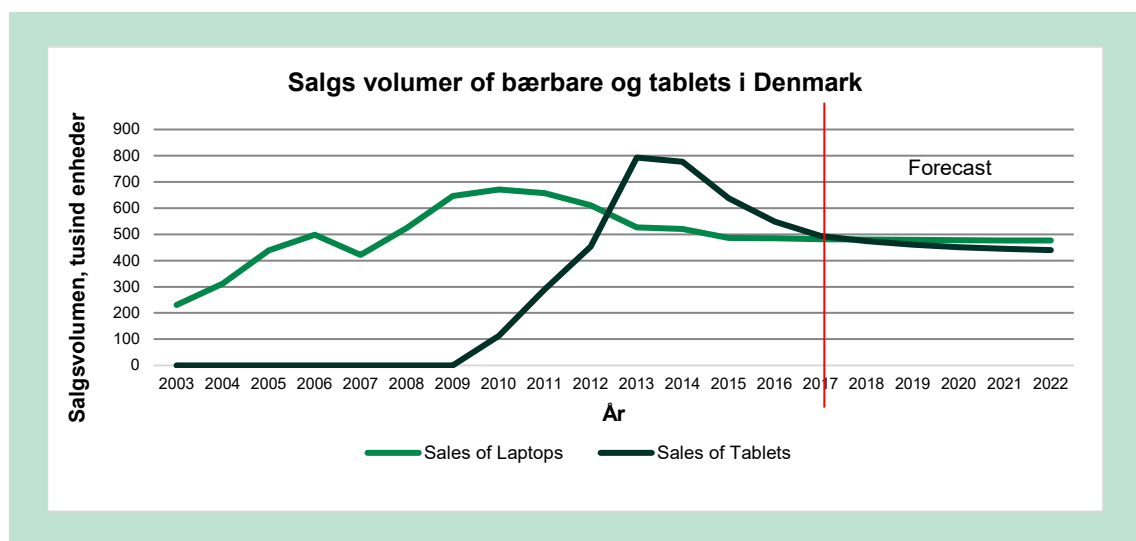
Ser man på de danske mængder af e-produkter, der er placeret på markedet (Put on Market / POM-produkter), viser det sig, at salget af bærbare computere og tablets samlet set har været

¹⁸ Dokumenteret i PlanMiljø's projekt for Nordisk Ministerråd: Bæredygtigt forbrug af mobiltelefoner, 2017

¹⁹ Baseret på erfaringstal fra Refurb og Inrego AB, Sverige

²⁰ Potentialet er fx underbygget i WRAP: Switched on to Value, 2013, som vist i figuren, der angiver det område, hvor både bruger og virksomhed kan tjene på forlænget produktliv.

stødt stigende fra 2003 til 2013, hvorefter salgsmængderne begyndte at falde. I fremtiden forventes salgsmængderne at stabilisere sig omkring 900 tusind enheder om året²¹. Men ser man på salgsmængderne af bærbare computere og tablets hver for sig, er det tydeligt, at da tabletterne indtrådte det danske marked i 2009, kannibaliserede de markedet for bærbare computere.



FIGUR 3. Salgs volumener af bærbare og tablets i Danmark.

Salget af tablets toppede i 2013 og faldt siden da på grund af mætning i markedet. I 2017 var salget af bærbare computere og tabletcomputere næsten det samme – henholdsvis 482 tusind enheder og 493 tusind enheder. I fremtiden forventes det, at salget af tablets vil falde, men kun lidt, og markedet for bærbare computere vil stabilisere sig omkring 50:50 fordeling mellem tablets og laptops.

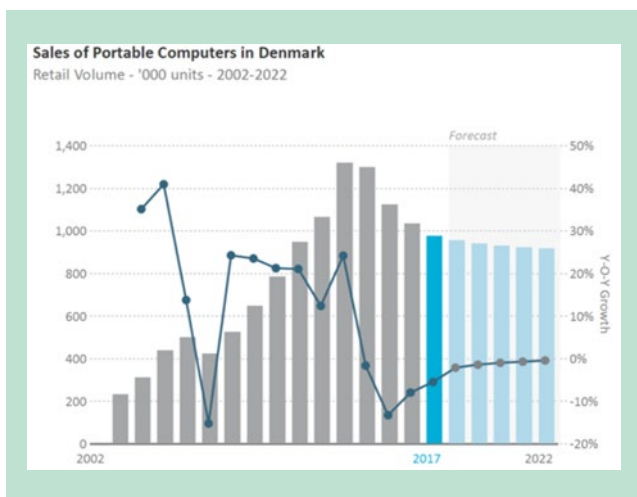
Brugte e-produkter

Når man udregner mængderne af brugte e-produkter efter Weibull-distributionsværktøjet²², kan man se, at den gennemsnitlige levetid for mobiltelefoner og bærbare computere historisk set har været meget lige, henholdsvis 5,6 og 5,9 år. Resultatet kan virke overraskende, men forklaringen ligger i definitionen af produktlivets afslutning (End of Life - EoL). Weibull-værktøjet betragter først et produktliv som afsluttet, når produktet når de officielle affaldsindsamlingskanaler. Derfor medregnes hverken videresalg på brugt-markedet eller de produkter, der ligger i dvale²³. I de fleste tilfælde videresælges mobiltelefoner eller ender i dvaletilstand (fx henlagt i en skuffe i hjemmet), hvilket forklarer en relativt lang gennemsnitlig levetid for mobiltelefonerne i denne opgørelse.

²¹ Euromonitor International

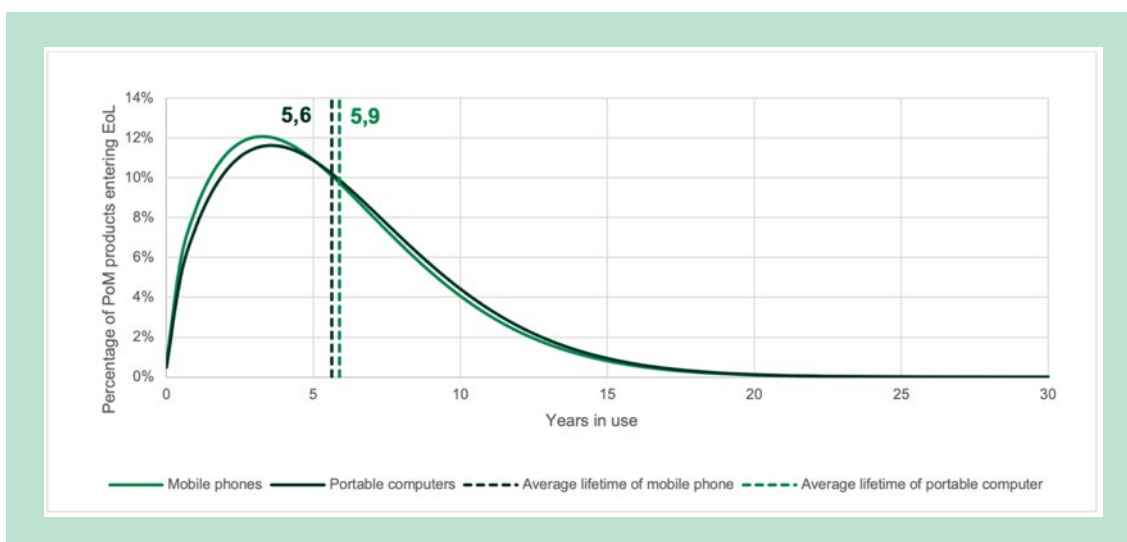
²² Mængderne af brugte mobiltelefoner og bærbare computere blev hentet fra WEEE-beregningsværktøjet leveret af Europa-Kommissionen²². Værktøjet gør det muligt at forudsige mængderne af produkter, der markedsføres, lagerbeholdninger og WEEE mængder for hver af 54 UNU-kategorier (UNU-kategorier er kategorier af WEEE udviklet af United Nations University). WEEE-mængder afbildes ved hjælp af Weibull-distributions værktøjet, hvor parametre af Weibull-distribution beregnes ud fra input-output-analyse for hver af WEEE-kategoriene.

²³ Læs mere om pulterkammereffekten i afsnit 3.1.1



FIGUR 4. Salg og salgsfremskrivning af bærbare computere i Danmark.

Weibull-distributioner for mobiltelefoner og bærbare computere i Danmark er vist i nedenstående figur.

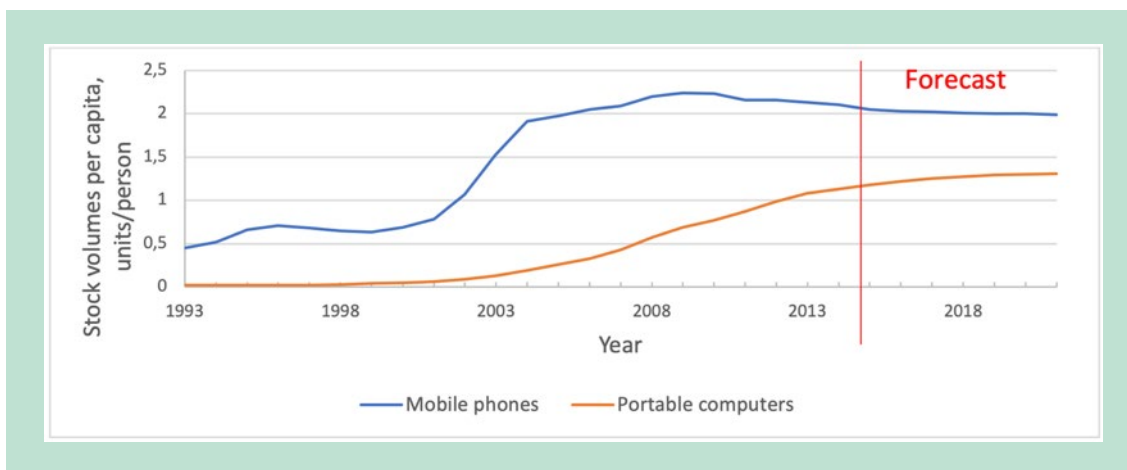


FIGUR 5. Weibull-distributioner til mobiltelefoner og bærbare computere og deres gennemsnitlige levetid.

Mængden af EoL-mobiltelefoner har siden 2010 ligget omkring 2,6 millioner enheder om året, mens EoL-mængder af bærbare computere har været stødt stigende siden 2002 og forventes at vokse i de kommende 4 år og nå op på 1 million enheder²⁴.

Baseret på de beregnede mængder af e-produkter, der er placeret på markedet (POM-produkter), og de produkter, der har nået afslutningen på produktivet (EoL-produkter), vurderer Europa-Kommissionen lagervolumen for hver af UNU-produktgrupperne. FIGUR 6 viser den vurderede mængde af mobiltelefoner og bærbare computere pr. indbygger på markedet i Danmark.

²⁴ Se bilag 1.4 for flere detaljer



FIGUR 6. Den vurderede mængde mobiltelefoner og bærbare computere pr. indbygger i Danmark.

I henhold til vurderingen er der i Danmark ca. 2 mobiltelefoner og omkring 1,3 bærbare computere pr. indbygger i 2018/2019. Da de fleste mennesker kun bruger én mobiltelefon i deres hverdag, er der omkring én ekstra telefon pr. indbygger, som kan tilskrives pulterkammereffekten, hvor produktet ender i dvale hos brugeren. Med bærbare computere er det ikke muligt at foretage en sådan direkte estimering, da denne produktgruppe inkluderer både bærbare computere og tablets.

3.1.1 Pulterkammereffekten – produkter i dvale

I Danmark opbevares et stort antal e-produkter i "pulterkammeret", selvom de reelt er blevet erstattet med nye produkter. Produkterne gemmes som backup-løsninger, eller fordi de repræsenterer en værdi for brugeren. Især mobiltelefoner og bærbart computerudstyr opbevares i store mængder.

Miljøstyrelsen har i 2016 foretaget en undersøgelse, der estimerer mængder af produkter i dvale i Danmark²⁵. Undersøgelsen giver mange interessante indsigter i dvaletilstand og folks opfattelse af elektronik og elektronisk affald. De vigtigste konklusioner i projektet er:

- 25% af de danske familier har en bærbar computer, der ikke er i brug, hvilket er lig med en samlet mængde på omkring 1 million bærbare computere i dvale i Danmark
- 12% af danske familier har en pc, de ikke bruger. I alt er der omkring 500.000 pc'er i dvale
- Danskere køber hvert år ca. 10 kg flere elektriske produkter, end der kasseres pr. indbygger
- Der er ca. 4 kg e-produkter i dvale i hver dansk familie
- Generelt ønsker brugerne ikke at bringe e-produkterne til genbrugsstationer, selv hvis der er tale om produkter, der ikke er i brug eller ødelagte. De vil hellere give det til nogen til reparation eller genbrug
- Cirka 30% af elektroniske produkter (efter vægt) videresælges, foræres eller byttes, mens 70% går til genbrug (via genbrugsplads, storskrald eller afhentningsordning i butik).

Miljøstyrelsens undersøgelse har ikke fokuseret på mobiltelefoner som særskilt produktgruppe, men da de nordiske markeder ligner hinanden, er det muligt at bruge resultater fra andre nordiske markeder. En undersøgelse fra Finland²⁶ viser, at 85% af husholdningerne, der

²⁵ MST (2016). Forbrugeradfærd: Kvantitativ og kvalitativ analyse af forbrugernes håndtering af elektronikaffald

²⁶ Ylä-Mellam et al. (2015) 'Electronic waste recovery in Finland: Consumers' perceptions towards recycling and re-use of mobile phones.

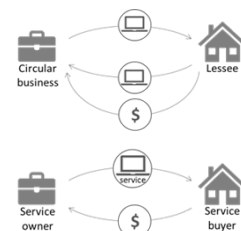
deltog i undersøgelsen, havde mindst én mobiltelefon i dvaletilstand, mens 55% havde to eller flere.

3.2 Typer af forretningsmodeller

Overordnet set kan cirkulære forretningsmodeller have forskelligt fokus og flow i værdikæden for elektronik. I det følgende oplystes typer af forretningsmodeller, som kan være relevante ift. Refurb med henblik på at give en overordnet forståelse for de konkrete eksempler, som præ-senteres efterfølgende.

Adgangsmodellen

I adgangsmodellen får kunderne midlertidig adgang til et produkt. Dette kan ske via leasing eller pay-per-use-ordninger. Som følge af denne tilgang kan det samlede antal bestemte enheder, der markedsføres, falde, mens produktudnyttelsen stiger.



Service modellen

I servicemodellen udfører virksomheden en tjeneste for kunder, der bruger udvalgte produkter. Kunden betaler kun for fordelene af en leveret tjeneste uden at have ejerskab af selve produktet.

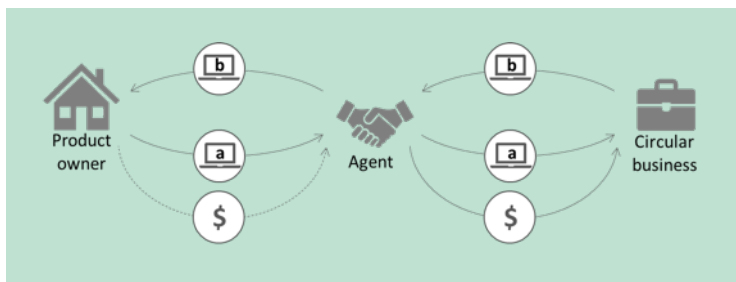
Re-Value modellen

Re-Value modellen fokuserer på at tilføre ny værdi til produkter og/eller materialer, som ellers ville 'gå til spilde'. Det omfatter indsamling af udstyr ved udgangen af første levetid og – efter produktreparation, renovering eller materialegenvinding – at tilbyde salg til yderligere levetid.

Dette kan ske på forskellige måder. I de fleste tilfælde vil der være en mellem-agent, der er nødvendig for at bevare strømmen af produkterne og levere indsamlingstjenester. Tabellen herunder repræsenterer de mulige måder til indsamling såvel som involverede agenter.

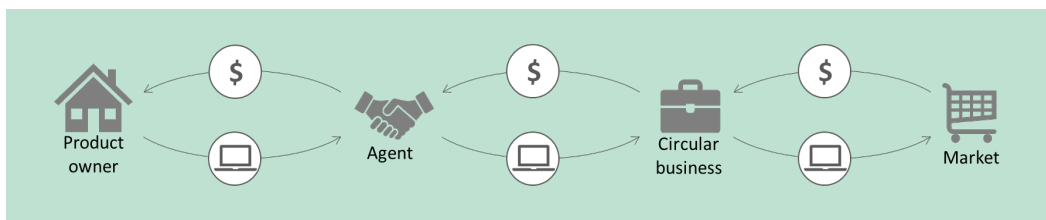
Der vil altid være behov for at etablere et logistiksystem.

- **Bytte** Udskifte en kundes gamle produkt med et renoveret produkt mod gebyr (FIGUR 7)



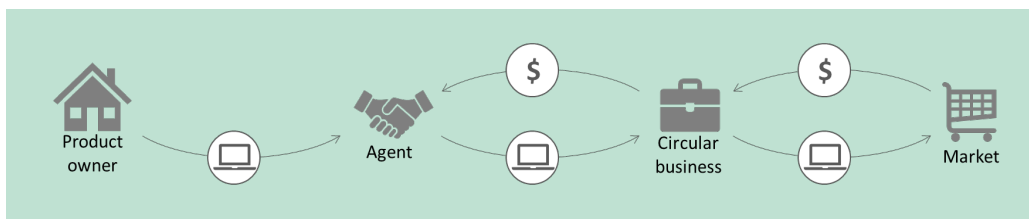
FIGUR 7. Bytte.

- **Opkøbe** kundens gamle produkt (FIGUR 8)



FIGUR 8. Opkøbe.

- **Modtage** kundens gamle produkt gratis (FIGUR 9)



FIGUR 9. Modtage.

TABEL 1. Mulige indsamlingsmetoder og involverede agenter.

Anskaffelsesmetode	Beskrivelse	Mulige mellemagenter
Privat aflevering	Brugeren bringer selv produktet til forretningen	-
Send som pakke	Brugeren sender produktet med posten ved hjælp af en label-ordning med en logistikpartner.	Post Nord
Genbrugsstation	Brugeren bringer produktet til en genbrugsstation	Waste management companies Recyclers
Butik-agent	Brugeren bringer sit produkt til en opsamlingsbutik	Detailhandlen (Coop, REMA 1000, Netto etc.) Elektronikkæder (Elgiganten etc.)
Indsamling gennem partners logistiksystem	Produkter afhentes af partnere, der har ledig plads i deres lastbiler	Logistikvirksomheder (GLS, DAO, Post Nord, DHL, Hjemls etc.)
Dør-til-dør indsamling	En dedikeret service, hvor specialiserede biler indsamler produkter fra brugere	Logistikvirksomheder, biludlejning

Lang levetid

Modellen gælder særligt for høj kvalitetsprodukter, som i sig selv er forbundet med cirkularitet grundet den forventeligt lange levetid. Tidspunktet for bortskaffelse ligger sent og sandsynligheden for genbrug ved udgangen af første levetid er høj.

Herunder er der flere underkategorier af modeller, der kan levetidsforlænge e-produkter:

Helpdesk/support:

Informationssupport til en produktejer via internettet, telefon, e-mail og andre former for fjernkommunikation mod et gebyr



Forlængelse af produktliv

En service, hvor et produkt, der ejes af en kunde, opdateres - både på software- og hardwaregraden - af en kvalificeret person mod et gebyr.



3.2.1 Udfordringer ved cirkulære forretningsmodeller

En af de store udfordringer i transitionen til en cirkulær økonomi er manglen på cirkulære forretningsmodeller, både som teoretiske koncepter og implementeret i virkeligheden, set i sammenhæng med manglen på innovative designstrategier. De cirkulære forretningsmodeller er generelt set mere komplekse end de lineære og kræver i højere grad et globalt systemperspektiv, som i sig selv kræver øget samarbejde mellem forskellige aktører i værdikæden for at

lykkes. Denne kompleksitet øger forretningsmodellens risici og betyder ofte høje initiale investeringsomkostninger samt ekstra bureaukrati ved opstart. Derfor tøver nogle virksomheder med at indføre nye forretningsmodeller på trods af potentielle økonomiske besparelser/nye indtægter og en øget mulighed for at afværge risici på længere sigt (markant højere med en cirkulær tilgang).

Forbrugere er ofte vant til en lineær økonomi, hvor de nyder godt af lethed og komfort i traditionelle forbrugsmønstre. Selv hvis alternative cirkulære produkter er tilgængelige, kan forbrugeren holde fast i de velkendte muligheder, eftersom cirkulære modeller kan kræve 'genlæring' af forbrugeradfærd. I andre tilfælde er forbrugeren måske slet ikke klar over alternative forbrugsmønstre og går derved glip af fordelene ved transition til cirkulær økonomi²⁷. Cirkulære forretningsmodeller appellerer til en specifik målgruppe og er kun egnet til udvalgte produktkategorier.

Derudover er den teknologiske forældelse og mangel på støttende lovgivning en hæmsko for udviklingen af cirkulære forretningsmodeller. Selvom der er sket meget i forhold til de politiske rammebetingelser, så er der fortsat regulering, som ikke er fulgt med udviklingen. Et eksempel herpå er købeloven og minimumsgarantier. Der er et eksempel med en dansk sag, hvor der opstod problemer grundet anvendelse af refurbished reservedele i en 'ny' telefon, der blev udleveret som substitut for en telefon, der var gået i stykker. Der kan være behov for tilpasning af købeloven, fx med henblik på at legalisere anvendelse af refurbished telefoner som substitut for brugte telefoner, der er gået i stykker²⁸. Der kan også forekomme udfordringer/barrierer i forbindelse med affaldsregulering, men det vil kun være i tilfælde, når produkter på et eller andet tidspunkt bliver klassificeret som affald.

I Danmark er man ikke kommet langt ift. at bibringe brugte elektroniske produkter fra private, virksomheder og offentlige instanser nyt liv og bringe dem tilbage i ressourcekredsløbet som produkter og enkeltdele. Der er et behov og et potentiale for en løsning, der effektivt kan indsamle brugte e-produkter hos virksomheder, det offentlige, og private forbrugere og sikre genbrug og ressourcebesparelser.

Ændringer i persondataforordningen og andre fremtidige tilpasninger i forhold til datamængder og datakompleksitet stiller stadigt større krav til datahåndtering. Særligt i forhold til afvikling af databærende enheder, der omdannes til WEEE og neddeles fremfor at slettes og genbruges.

De teknologiske udfordringer vedrører flere led i værdikæden og særligt:

- **Enkel adgang til de brugte produkter fra borgere, virksomheder og institutioner**

Den cirkulære forretningsmodel fordrer et digitalt og logistisk setup, som muliggør skånsom effektiv opsamling af elektroniske produkter hos brugeren.

- **Effektiv produkthåndtering og datasletning**

Der skal udvikles og implementeres et system og teknologi, der understøtter effektiv diagnosticering af udstyret, værdisætning, datasletning, logistik og dokumentation. Dette vil give kunden tryghed og sikkerhed vedrørende sletning af data. Der arbejdes med følgende produkter: Bærbare og stationære computere, smartphones, tablets og blandet IT. Systemet er udviklet i en pilot-udgave af Refurb.

- **Det nuværende system favoriserer genanvendelse over alle andre CØ-ruter**

²⁷ PolyCE 2018: New Business Models Paving the Way Towards More Sustainable Production and Consumption of Plastics in Electronics

²⁸ Watson et al 2017: Circular Business Models in the Mobile Phone Industry

Genanvendelse af e-produkter er en veletableret forretningsmodel, og de fleste e-produkter ender i en form for genanvendelse. Mobiltelefoner, bærbare computere og tablets indeholder betydelige mængder dyre metaller, og genanvendere er interesserede i at få disse i størst mulige mængder. Øget reparation, genbrug, genfremstilling og renovering kan føre til faldende rentabilitet for eksisterende genbrugsvirksomheder.

- **Mangel på standardisering**

Standardiseringsniveauerne for komponenter, grænseflader og softwareløsninger er utilstrækkelige. Hver producent sigter mod at opnå en konkurrencefordel ved at gøre deres produkter uforenelige med andre mærker. Forøgelse af standardiseringsniveauet vil kunne bidrage til lettere og billigere proces med forlængelse af produktets levetid.

- **Mangel på viden**

Brugere af e-produkter er ikke opmærksomme på miljøudfordringer forbundet med e-produkter. For eksempel opfattes genanvendelse som en miljøvenlig proces, selvom det indebærer tab af produktværdi og funktionalitet. Brugere er ikke bevidste om miljømæssige fordele ved genbrug, reparation og renovering.

- **Enheders designkompleksitet**

Designet af e-produkter har stor betydning for mulighederne for cirkulære forretningsmodeller. I mange moderne enheder er det ikke muligt at få adgang til batteriet uden at demontere produktet. Ofte vil der være behov for specielle værktøjer til adskillelse og demontering, hvilket fører til en tidskrævende og dyr proces. Det samme gælder for mange andre komponenter, der muligvis skal udskiftes for at forlænge produktets levetid.

- **Mangel på modul og komponentfleksibilitet**

På samme måde betragtes modulær design bredt som et af de vigtige trin til forbedring af e-produkternes cirkularitet gennem enklere komponentudskiftningsprocedurer og opgraderbarhed. Desværre er antallet af e-produkter med modulfleksibilitet ekstremt lille.

- **Mangel på branchestandarder**

Markedet for genbrug er i hastig vækst og der er i den forbindelse behov for regulering af markedet, så der skabes ensartede standarder eksempelvis i forhold til vurdering af standen på brugte varer. Det vil øge forbrugersikkerheden og kvaliteten i genbrug.

3.3 Eksempler på forretningsmodeller

Markedet for brugt elektronik er eksploderet de seneste år verden over, og der er sket en høj grad af professionalisering af refurbishers. Salget af eksempelvis refurbished smartphones er steget med 13 pct. i 2017 ift. 2016 på globalt plan²⁹. Til sammenligning er stigningen i det globale marked for nye mobiltelefoner kun steget med knap 3 pct. og er dermed overhalet af refurbished 'second life' smartphones³⁰. Genbrugsmarkedet for telefoner er nu tæt på 10 pct. af det samlede globale marked for smartphones. Den lave vækst i markedet for nye smartphones kan delvist skyldes væksten i markedet for refurbished telefoner. Afmatningen i innovationsniveauet for nye telefoner har gjort to år gamle flagskibstelefoner sammenlignelige i design og features med de nyeste mellemklassetelefoner. Således er den midterste-lave ende af markedet for nye telefoner ved at blive kannibaliseret af refurbished high-end telefoner, primært Apple iPhones og i mindre grad Samsung Galaxy telefoner³¹. Dertil bliver de nye telefoner dyrere og dyrere, f.eks. koster den nyeste iPhone X mere end EUR 1,000. De etablerede brands

²⁹ Kang, T., 2018

³⁰ <https://www.counterpointresearch.com/surprising-growth-used-smartphones/>

³¹ Ibid.

er attraktive og forbrugere foretrækker at købe en refurbished Apple telefon frem for et billigere kinesisk brand³².

Et lignende billede tegner sig for andre refurbished elektroniske produkter såsom computere, hvor B2B markedet er ganske veletableret sammenlignet med B2C markedet, som i Danmark er mere spædt endnu. Når vi kigger ud over Danmarks grænser, er der imidlertid en række bud på succesfulde forretningsmodeller, som endnu ikke findes på det danske marked (eller som vi ikke kender til).

En række virksomheder tilbyder at tage brugte e-produkter tilbage i Danmark, bl.a:

- WeBuyIt.dk: En dansk firmaudbyder af brugte telefoner til Blue City A / S.
- Apple take back: En officiel Apple returkanal i Danmark, der drives af det britiske firma Brightstar.
- Humac take back: Tilbagebetalingsordning i Humac-butikker, drives ligeledes af Brightstar, men priserne er væsentlig lavere end i den officielle Apple kanal. Tilsyneladende varierer Brightstars anskaffelsespriser fra virksomhed til virksomhed.
- Elgiganten take back: Drevet af et britisk firma kaldet Fonebank, som igen er en del af et andet britisk baseret firma kaldet Corporate Mobile Recycling (CMR). Generelt leverer de tjenester til virksomheder - en ordning, der ligner Refurb, men i større skala. De opererer internationalt og i henhold til deres webside behandler de 70.000 telefoner om måneden.

Som nævnt ovenfor leverer WeBuyIt.dk en forbindelse mellem brugere (brugte e-produkter) og renoveringsvirksomheden Blue City. Virksomheden har opereret på markedet i en længere periode og har generelt positive anmeldelser online, hvoraf mange bemærker, at deres anskaffelsespriser er "fair". Det gør det muligt at bruge disse priser som pålidelige referencepunkter.

Når vi kigger ud over Danmarks grænser, er der imidlertid en række bud på succesfulde forretningsmodeller, som endnu ikke findes i samme omfang på det danske marked.

TABEL 2. Eksisterende forretningsmodeller og involverede virksomheder.

Model	Virksomhed	Perspektiver ift. forretningsmodel
Re-Value model	Back Market er en digital platform, hvor private forbrugere kan købe brugt elektronik. Platformen har 170 refurbishment værksteder tilknyttet. Disse værksteder certificeres og kontrolleres af Back Market. Back Market ejer ikke produkterne, men fungerer blot som bindeled mellem værksteder og forbrugere. Back market operer i USA og Frankrig ³³ .	En sådan platform kan evt. skabe konkurrence med Refurbs 'egne' produkter, men kan også bidrage til at skabe et større marked for brugt udstyr, eller adgang/tiltro til markedet. Refurb kan evt. indgå som refurbishment-værksted i en sådan platform. Dog vil det primært være relevant for mindre værksteder, hvor Refurb umiddelbart allerede er for store. Der kunne være muligheder i at udvikle en online børs, hvor man samler reparationsværksteder og høster de mest værdifulde produkter eller udbyder servicefunktioner så som datasletning.

³² <https://phys.org/news/2018-02-secondhand-smartphone-green.html#jCp>

³³ <https://www.backmarket.com>

<p>Den franske virksomhed Volpy har udviklet en app til køb og salg af brugte og nye telefoner. App'en gør det muligt at teste og vurdere værdien af en brugt telefon på afstand. Brugeren får med det samme et bud på, hvilken pris de kan få for telefonen ved salg til Volpy. Når Volpy har modtaget telefonen, modtager kunden betalingen³⁴.</p>	<p>App funktionen sørger for gratis forsendelse af telefonen til Volpy (kuvert med forudbetalt fragt). Volpy giver også den gamle telefons værdi i rabat på købet af den nye (refurbished eller fabriksny) telefon.</p> <p>Ift. Refurb er spørgsmålet, om en sådan app kan udvikles til at omfatte andre produkter end telefoner.</p>
---	---

<p>RE-TEK er en skotsk virksomhed, der ekspederer 7000 ICT forbrugerelektronikprodukter om måneden. Indsamler og fornyer værdien gennem reparationer, refurbishment og datasletning³⁵.</p>	<p>Virksomheden har et stort fokus på datasletning: Brugeren kun Blancco, som de anser som den sikreste datasletningsløsning. De har tidligere lavet forsøg og testet forskellige andre muligheder, men fandt ingen med lige så stor garanti for sikkerhed som Blancco. Har ikke noget problem med kun at slette data fysisk, da der kommer så mange enheder gennem deres facility, at de ikke har behov for at opsøge devices på andre måder³⁶.</p>
---	---

<p>Eco-ATM er en fysisk maskine eller "kiosk", der kan læse telefoner øjeblikkeligt og udbetale kontanter til sælgeren. Der er mere end 2.000 kiosker placeret over hele USA i dag. EcoATM bruger kunstig intelligens og 'machine vision' til at identificere og evaluere over 4.000 forskellige elektroniske enheder. Når en enhed deponeres i en EcoATM-kiosk, tilsluttes den og scannes efter type, serienummer og tilstand. Sælgeren skal vise et gyldigt I.D. og give et fingeraftryk og en underskrift, der accepterer, at telefonen er hans eller hendes ejendom. Kameraer, overvåget live af ansatte på EcoATMs hovedkvarter, matcher sælgeren til det viste I.D. før kontanter udleveres³⁷.</p>	<p>Modellen rejser interessante problematikker omkring sikkerhed for stjålne varer. I Eco-ATM rapporteres alle transaktioner og personlige oplysninger dagligt til det lokale politi for at sikre overholdelse af brugtforhandlerlove og assisterer det lokale politi med at identificere og fange tyve³⁸. Modellen kræver derfor et tæt samarbejde med politi og mange ressourcer i sikkerhedsforanstaltninger.</p> <p>Spørgsmålet er også, om en sådan model kan omfatte andre produkttyper end smartphones.</p>
---	---

Re-Value / Service model

<p>Sage Sustainable Electronics™ er en amerikansk virksomhed, der køber og sælger brugt elektronik fra private og virksomheder og tilbyder hele serviceydelser.</p>	<p>Forretningsmodellen indebærer, at kunden bestiller afhentning af brugt elektronik, hvorefter Sage vurderer, om produktet skal refurbishes eller genanvendes etc. og</p>
---	--

³⁴ <https://www.volpy.com>

³⁵ <https://www.re-tek.co.uk>

³⁶ Kilde: Interview med virksomheden den 06.09.18

³⁷ <https://us.ecoatm.com>

³⁸ <https://www.ecoatm.com/press/2014/03/27/ecoatm-expands-dallas-fort-worth-presence-with-additional-electronic-device-recycling-kiosks/>

De arbejder med en række produkter, herunder computere, tablets og smartphones.

Sage-systemet er integreret med Sage BlueBook, som (de selv vurderer) er verdens største database af information om brugt elektronik. Baseret på objektive markedsdata for hver enhed beregner Sage Bluebook det optimale tidspunkt for, hvornår man skal reparere, hvornår man skal renovere, samt hvornår man skal høste og genbruge dele.

tilbyder derudover en række tjenesteydelser så som datasikkerhed (datasletning, afbinding, shredding), asset management (opgørelse, dataindsamling, intern flytning), deinstallation og logistik (emballage, transport). Pixie®, Sage's proprietære onsite applikation, bruges til lageraktiver og afstemmer dem på flere punkter langs forsyningskæden.

Sage bruger ikke et gradingsystem, og heller ikke en opgørelse af miljømæssige fordele, men har en mere standardiseret teknisk beskrivelse af produkter i form af deres Bluebook.

<p>Service model</p>	<p>Der findes flere lejøløsninger samt et par leasingmuligheder på det danske marked. Fælles for disse løsninger er, at de alle inkluderer en serviceaftale, der minimerer potentielle problemer og uforudsete udgifter for brugeren³⁹. Eksempler på korttidsudlejning af elektronik: DUKA; Nordic IT Rental og What2do. Flere tilbyder også direkte køb med månedlig serviceaftale.</p> <p>Tilbud om særskilt vejledning for installering og brug, herunder apps.</p>	<p>Mulige perspektiver i et add on forretningsmodel med serviceydelser til levetidsforlængelse.</p>
	<p>Firmaet Neverware er en softwarevirksomhed, der udvikler og distribuerer deres eget OS kaldet Cloudready. De leverer et lettere og mindre ressourcekrævende operativsystem, der kan forbedre ydeevnen på gammel hardware – de sigter derfor på ældre computere, som kan forbedres i stedet for at blive udskiftet til nyt. Produktet er cloud-baseret og er især velegnet til brug i skoler som er virksomhedens primære kunde.</p>	<p>Kunne være interessant for Refurb at udforske sådanne perspektiver på en forretningsmodel for levetidsforlængelse via softwareopdatering og serviceydelser.</p>

Der findes en række forskellige virksomheder, der har det fællesstræk at opkøbe brugte e-produkter fra forbrugere, men derudover varierer i deres forretningsmodel på flere punkter:

- **Produkter:** Der er stor forskel på, hvilke produktkategorier der er fokus på, nogle virksomheder opkøber de fleste IKT produkter, mens andre kun fokuserer på telefoner og andre igen kun på et særligt mærke telefoner, fx Apple.
- **Forretningsmodel:** Der findes både virksomheder, der kun opkøber, og virksomheder, der opkøber og sælger brugte produkter.
- **Grading:** Der er stor forskel på metoder for grading (se efterfølgende side).

³⁹ Ingen af de identificerede modeller benytter sig af refurbished elektronik, men siden produkterne kontinuerligt lejes til nye brugere, kan de regnes som en del af den cirkulære økonomi.

- **Quotes/prisoverslag:** Forskel på hvor lang tid trade-in quotes (her-og-nu prisoverslag) gælder (fra 10-30 dage).
- **Udbetaling:** Forskel på valget af udbetalingsmetoder samt hvor lang tid, der går, før pengene udbetales. Derudover har nogle virksomheder en option om donation af produktet, især for gammelt elektronik, der ikke er noget værd.
- **Valueproposition:** Varierende fokus på fordele ved privatsalg: Nemt, hurtigt, øjeblikkelig/garanteret betaling, datasikkerhed.
- **Lov overholdelse:** de forskellige forretningsmodeller har varierende fokus på lovoverholdelsesaspekterne af opkøb fra private.

3.3.1 Grading af produkter

Refurbs kundeanalyse⁴⁰ viser, at følgende fire elementer er de vigtigste ift. forbrugernes interesse for genbrugt it-udstyr (prioriteret rækkefølge):

1. Billigere end et nyere produkt
2. God ydeevne sammenlignet med et nyere produkt
3. God ydre stand
4. Lige så god garanti som et nyt produkt.

Sammenholder vi denne erfaring med den eksisterende viden om, at der ikke findes hverken nationale eller internationale standarder for klassificering – eller grading – af brugte e-produkter, står både sælger og køber af brugte e-produkter med store udfordringer ift. forventningsafstemning og prissætning af udstyr, og spørgsmålet bliver, hvilke typer af grading der bør arbejdes med for bedst muligt at hjælpe kunder og sælgere med at tale samme sprog. Generelt er smartphones mere afhængige af en kosmetisk klassificering, da hardwaren ikke differentierer så meget som hos computere. Nedenstående markedsanalyse illustrerer, hvilke grading-muligheder der allerede bruges på det danske og det internationale marked for genbrug af e-produkter.

Da der ikke findes et standard klassificeringssystem i branchen til at købe brugte bærbare computere og smartphones, vil alle grading kategorier altid bære en antydning af subjektivitet baseret på den enkelte klassificering.

Herunder ses en række eksempler på forskellige varianter af grading systemer fra danske og internationale virksomheder.

TABEL 3. Eksempler på systemer for grading af produkter.

Grade	Beskrivelse af stand
Klassificering fra WRAP⁴¹	
1	Fuldt funktionelt - Elektronikproduktet er fuldt funktionelt og genbrugbar i dets nuværende stand
2	Skal repareres, ellers ok - Elektronikproduktet kræver mindre reparation, men er generelt i god stand
3	Gennemgribende reparation - Elektronikproduktet kræver større reparationer og er i generelt dårlig stand
4	Enkeltdeler kan genbruges - Elektronikproduktet er i så dårlig stand, at kun enkelte dele vil kunne genbruges

⁴⁰ Iflg. Refurb kundeanalyse / SurveyMonkey, egen udarbejdelse baseret på 652 besvarelser fra tidligere kunder

⁴¹ Pocock, R. et al. (2011)

5	Kan ikke genbruges - Elektronikproduktet skal indgå i affaldssystemet og søges genanvendt
---	---

Back Market

Shiny	Ingen ridser og fremstår som spritny. For smartphones og tablets: skærmen er helt intakt og uden ridser
GOLD	Meget lette ridser, der er usynlige mere end 20 cm væk. For smartphones og tablets: skærmen er helt intakt og uden ridser
Silver	Lette ridser, der kan være synlige mere end 20 cm væk. For smartphones og tablets: skærmen er helt intakt og uden ridser
Bronze	Lette men tydeligt synlige ridser. For smartphones og tablets: skærmen kan have små skrammer, som er usynlige når skærmen er tændt
Stallone	Synlige skrammer, og måske også fordybninger på ydersiden. For smartphones and tablets: skærmen kan have små skrammer, som er usynlige når skærmen er tændt

Arrowdirect.com

A	Good condition: næsten ingen synlige pletter/mærker (og ingen der kan mærkes), og dem der er, er kun under 3 inches lange, skærme har ingen fysiske mærker
B	Blemished: lidt mere synlige, evt. små områder med misfarvning (fx efter klistermærker) og ridser, der er under 3 inches, og som måske har fjernet malingen og kan føles med din finger, keyboard og mousepad kan have spor af brug
C	Scratch: har flere misfarvninger og større ridser end B

Brugtecomputere.dk

a	Nyt eller helt uden skrammer, ridser og leveret i original emballage
b	Særdeles god stand, enkelte små ridser eller mærker
c	Brugt og kan have ridser/skrammer, mindre slidmærker på skærmen mv. Virkelig dårlig video. Batteri A, B og C – men ingen forklaringer til batteri-gradering

Bluecity.dk

Perfekt stand	Fremstår som nyt, ubetydelige ridser
God stand	Mindre kosmetiske skrammer og ridser
Rimelig stand	Højere grad af kosmetiske skrammer, evt. buler i metalramme, cover eller lakering. OBS: kalder det STANDBESKRIVELSER.

Phonetrade.dk

Rigtig god	Ingen beskrivelse
Helt ny	Fed feature, hvor udgangspunktet er it-udstyret og så klikker du dig til stand og pris.

Billigteknik.dk

Klasse A	Meget god stand med mindre tegn på brug.
Klasse b	Generelt set en stand de fleste er tilfredse med. Der kan forekomme mindre ridser eller små mærker.
Klasse c	Der kan være større ridser og mærker. Fungerer i øvrigt fuldt ud.

Xeptor – Benytter sig af Approved Selection

ONE	Minimale brugstegn
Standard	Mindre brugstegn
Budget	Almindelig brugstegn

Tier1Asset

Recertified	Næsten nye varer, demovarer mv.)
T1A	Refurbished varer/sølv sortiment og Barga1n: Ridser, flænger, fuld anvendelighed

Dansk Computer Center (DCC)

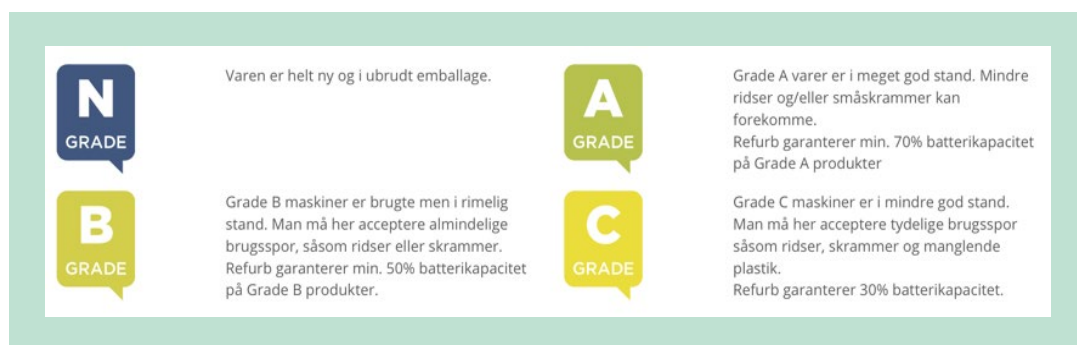
Guld	Ny
Sølv	Ny med mindre kosmetiske, knap synlige ridser, kun på plastikdele, ikke på skærm,
Bronze	Ny med mindre kosmetiske synlige ridser, kun på plastikdele, ikke på skærm

Uniplus.dk

N (Ny), Grade A, Grade A+ - der umiddelbart ingen forklaringer til graderingen.	
Datamarked.dk	
A	Et produkt i god stand, minimale spor, min 1,5 times batteritid
B	Et produkt i rimelig stand til en fair pris, almene brugsspor uden at være til gene ved brug, tyverisikring eller logoer, min 1 times batteritid
C	Et produkt med synlige tegn på slitage, ridser, buler eller manglende plastik, evt. defekter. Min ½ times batteritid.
N	Et helt nyt produkt
Supermacshop.dk	
A, B, C	Ingen beskrivelse

Grading løsning for Refurb

Langt de fleste virksomheder bruger betegnelserne A, B og C, men har forskellige beskrivelser af forventningerne til disse tre grades. Nogle har slet ingen beskrivelser. Refurb har taget en beslutning på baggrund af markedsanalysen om at fortsætte med grades A, B og C i forbindelse med sourcing kunder (opkøbskunder). Denne vurderes som værende tilstrækkelig i samarbejdet mellem leverandøren af brugt udstyr og Refurb.

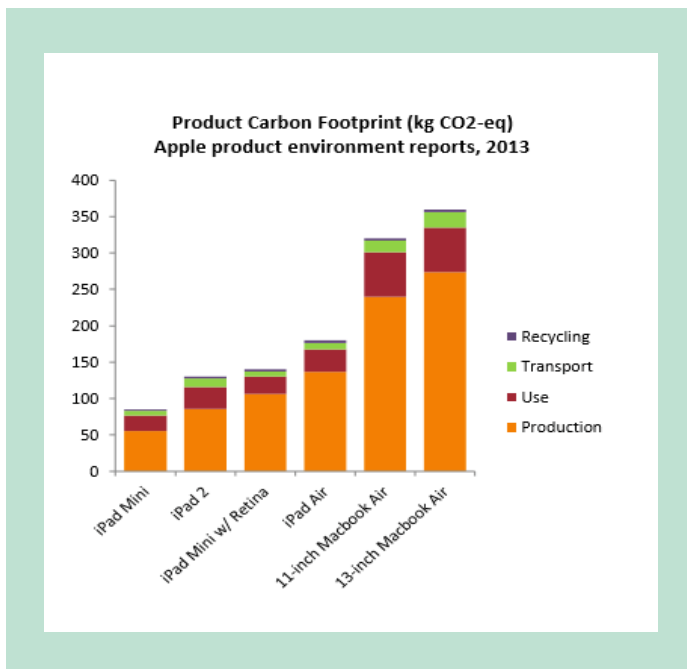


FIGUR 10. Grading løsning for Refurb for opkøbskunder.

Hvad angår købende kunder, har Refurb iværksat en stor test, der omlægger tre grading kategorier til to koncepter. Dette gøres for at lette kommunikationen, og for at modarbejde den barriere, det kan være for kunder at vælge "trejde-sortering", som C grade kategorien ofte associeres med. Ved at inddеле kategorierne i to, snarere end tre kategorier, er det forhåbningen, at kunderne vil få en mere gennemskuelig kundeoplevelse. Gennem en analyse af tidligere retursager, viser det sig også, at der ikke er statistisk større sandsynlighed for en RMA sag på B og C varer, sammenlignet med A gradede produkter, hvilket styrker ideen om, at det kan lade sig gøre at forsimple kommunikationen endnu mere.

3.4 System til miljødokumentation

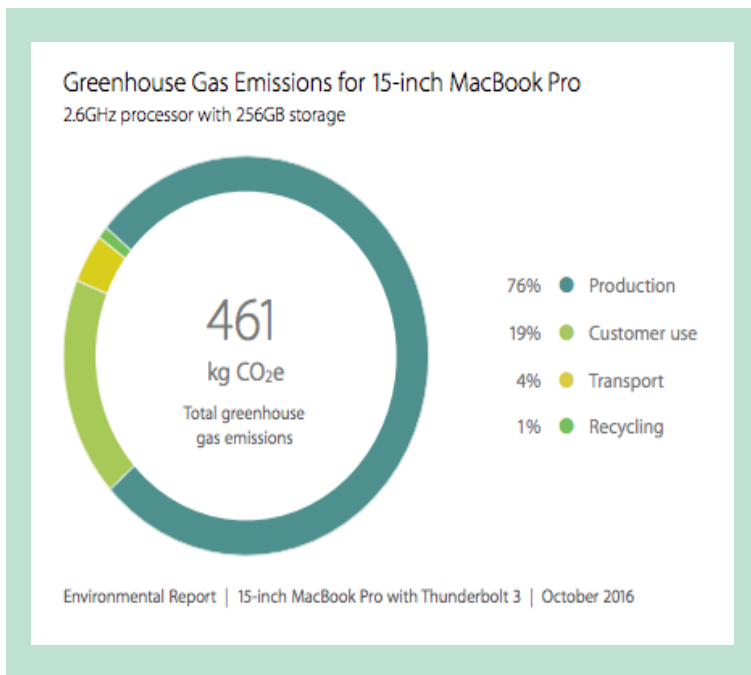
Formålet med arbejds pakken har været at undersøge mulighederne for at udvikle et miljødokumentationssystem, som skal muliggøre kommunikationen af potentielle miljømæssige fordele til kunder, producenter og interessenter ved genbrug af e-produkter. Miljøfordelene findes primært i formodningen om, at refurbishment/genbrug og dermed forlængelsen af produktlivet vil kompensere den tilsvarende minedrift, materialeproduktion og produktfremstillingsprocesser for nye e-produkter. Formålet med dette system er at øge gennemsigtigheden for brugerne og styrke incitamentet til den cirkulære model.



FIGUR 11. Product Carbon Footprint (kg CO₂-eq). Apple product environment reports, 2013.

Apples opgørelse af klimapåvirkningen fra forskellige produkter viser, at langt den største påvirkning stammer fra produktionsfasen, ligesom ressourceforbruget kan tilskrives produktionsfasen⁴². Det står samtidig klart, at produktionsfasens betydning for et produkts miljømæssige fodaftryk stiger over tid, idet der sker en løbende forbedring af produkternes energieffektivitet i brug. Der vil derfor være betydelige ressource- og miljømæssige gevinster forbundet med en forlængelse af produktets liv, sådan at produktets gennemsnitlige miljöpåvirkning pr. år reduceres, og påvirkningen fra produktion af det efterfølgende produkt kan udsættes.

⁴² Apple Product Environmental Footprint 2013 og 2016.



FIGUR 12. Greenhouse Gas Emissions for 15-inch MacBook Pro.

Miljøvurderingen er baseret på eksisterende studier, hvor der er udtrykt relevante erfaringer og konklusioner af fordelene ved reovering / forlængelse af e-produkternes levetid. Selvom miljøfordele naturligvis varierer på nogle parametre mellem forskellige produkter og modeller, er sådanne variationer små, og det er derfor muligt at generalisere inden for hver af produkttyperne pc'er, tablets og smartphones. Det vil formentligt være for komplekst og ud over budgettet for dette projekt at kortlægge fordele pr. individuel model - sandsynligvis også ud over, hvad der er muligt i form af tilgængelige data.

Der findes ikke mange studier, der har undersøgt virkningerne af forlængelse af e-produktliv, f.eks. gennem genbrug og reparation, og studierne har overvejende fokuseret på kompromiset mellem livsforlængelse og suppleret energieffektivitet⁴³. Der er enighed om, at energiforbrug i brugsfasen generelt set er en lille bidrager til den samlede livscykluspåvirkning.

Som med alle studier, der anvender livscyklusvurdering (LCA), handler det i udpræget grad om at man holder styr på forudsætninger og antagelser. Det har ikke ligget inden for projektets rammer at vurdere validiteten af forskellige studier, men der er enighed om, at råstofudvinding og den samlede fremstilling af delkomponenter og produkt udgør et meget væsentligt bidrag til produkternes samlede miljøbelastning. Der er i sammenhæng hermed opbygget en grundlæggende forståelse for nødvendigheden af at forlænget levetid og holde materialerne i de indre kredsløb så længe som muligt, idet altid er relevant at betragte hele materialestrømmen, når der udarbejdes LCAer⁴⁴ - fra erhvervelse eller produktion af råvarer fra naturressourcer til endelig bortskaffelse.

Den fulde produktlivscyklus er ofte opdelt i følgende faser:

1. vugge til indgangsport (råstofudvinding til raffinering);
2. indgangsport til udgangsport (produktfremstilling);
3. udgangsport til grav (produktbrug, genbrug, genanvendelse og bortskaffelse).

⁴³ Bakker et al., 2014: Products that go round: exploring product life extension through design

⁴⁴ T.Norgate & N. Haque; Journal of Cleaner Production 18 (2010) 266–274

Projektets undersøgelser har vist, at der er store udfordringer med miljøvurderingen af e-produkter. Der findes en række standardiserede metoder til at afgøre produktets CO₂-aftryk og andre aspekter, såsom vand- og energifodaftryk og farlige stoffer, men der er usikkerhed særligt omkring ressourceudtømming og -knaphed. Nogle af de største IKT-producenter rapporterer regelmæssigt om produkters CO₂-aftryk⁴⁵, men virksomhederne bruger forskellige metoder, hvilket er en barriere for sammenligning mellem virksomheder. I erkendelse af tidens store fokus på klimaforandringer har vi i arbejdet med at etablere et system til miljødokumentation i første omgang prioriteret at arbejde videre med CO₂-indikatoren.

Vi har i projektet arbejdet med og udviklet en forenklet procedure / metode til at bestemme CO₂-aftrykket for nye enheder, specifikt deres produktionslivscyklusfase. Dette fodaftryk kan derefter bruges som en første indikation (eller proxy) til den undgåede klimapåvirkning ved reovering til genbrug. Med metoden opbygges en database, der kan opdateres regelmæssigt, og indeholder produkters carbon footprints, der officielt er offentliggjort af nogle af de største IKT-producenter. For produkter, der ikke er i databasen, foreslår vi at estimere produktionsfodaftrykket ved hjælp af en lineær regressionsmodel med flere indikatorvariabler.

Vi testede flere modeller med data til smartphones og fandt, at en model med hukommelse (intern) og skærm (display) størrelse som indikatorer, kunne demonstrere produktionsfodaftrykket for enheder. Modellen er signifikant $F(2, 53) = 173,267$, $p < .0005$ og R-kvadrat af 0,867. Dette betyder, at næsten 87% af variationerne i produktionsaftrykket er inkluderet i modellen. Den største svaghed ved modellen er de begrænsede data, den er baseret på, nemlig 56 datasæt, der repræsenterer de offentliggjorte CO₂-fodaftryk fra to store producenter (Apple og Huawei) mellem 2016 og 2018. Lignende modeller kan testes for bærbare computere og tablets.

En detaljeret redegørelse for modeludvikling kan findes i bilag 1.

Derudover findes der to virksomheder, der driver cirkulære forretningsmodeller med e-produkter, INREGO (Sverige) og Green Idea Technologies (Italien), der har miljødokumentation som en del af deres model. Begge virksomheder hævder at være i stand til at dokumentere besparelser på CO₂-aftrykket. Det er dog ikke gennemsigtigt, hvordan dette gøres. Det virker til, at der i begge tilfælde er nationale bestemmelser vedrørende grønne offentlige indkøb, der anerkender miljødokumentation vedrørende reoverede e-produkter, men dette forklares ikke yderligere.

⁴⁵ . En bemærkelsesværdig undtagelse er Samsung, på trods af at de har en betydelig markedsandel.

4. Digital onsite produktanalyse

De teknisk set største udfordringer for Refurb ift. indsamling og genbrug af brugt IT fra private, genbrugspladser og andre indsamlingsmodeller vurderes at være:

- De mange forskelligartede enheds- og modeltyper, som skal håndteres.
- Fastsættelse af stand (grading) og standardisering
- Klargøring til salg i flere lande
- Omkostninger til FtG, logistik og håndtering

I projektet er det blevet undersøgt, om disse udfordringer kan imødekommes af automatiserede processer eller understøttes af teknologi, så genbrug af det indsamlede brugte udstyr kan muliggøres. Som en del af undersøgelsen er det forretningsmæssige potentiale for Refurb i at automatisere produktionen blevet afdækket.

Formålet med arbejdsplanen har således været at udvikle et setup for produktanalyse og sletning af enheder hos kunden for på den måde at reducere den "informationsasymmetri", som eksisterer på markedet mellem køber og sælger. Modeludviklingen har bygget videre på Refurbs egenudviklede software, der scanner de enkelte enheder, analyserer hardwaren og udarbejder en komplet specifikation på de enkelte enheder. Udfordringen er at kunne foretage denne analyse og sletning onsite hos kunden. I denne arbejdsplan udvikles denne digitale løsning sådan, at lagringsenheder kan bevares i udstyret, logistikomkostninger sænkes, kunderne gives datasikkerhed, og salget af brugt udstyr samlet set effektiviseres.

Arbejdsplanen har indbefattet følgende aktiviteter:

- Udvikling af set-up for distancesletning, hvor kravspecifikation formuleret i et samarbejde mellem teknikere og forbrugere har dannet baggrund for det videre arbejde. For forbrugeren er der behov for at kunne håndtere data sikkert, så enheden ikke overlades til genbruger før data er slettet. Samtidig skal genbrugeren vide, at enheden er funktionel og med specifikationer, der kan sælges igen.
- Udvikling af model for onsite produktanalyse, hvor kravspecifikationen er blevet videreført til praktik og en række løsninger testet.
- Udvikling af database for håndtering/registrering af udstyr, logistik mv. Databasen bidrager til, at processen håndteres så sømløst og automatisk som muligt for at holde omkostningerne til logistik på et minimum og dermed gøre genbrug rentabelt.
- Udvikling af software til proceshåndtering (sletning, analyse, værdisætning, rapportering og dataopbevaring) i en arbejdsgang

Resultatet af arbejdsplanen er en digital model for distancehåndtering af data, herunder onsite produktanalyse og diagnosticering, datasletning, værdisætning og sikring af den oprindelige brugers adgang til data.

4.1 Automatiserede processer

En af nøglerne til at udvikle en kommercielt og sikkerhedsmæssigt attraktiv teknologi er at arbejde med automatiserede processer, således at hele arbejdsflowet kan gennemføres på distancen og uden risiko for fejl. Følgende områder er undersøgt:

1. Print af laptop keyboards
2. Grading af udstyr vha. visionteknologi
3. Rengøring af produkter vha. tør is og robot
4. Varesegmentering i modtagelsen
5. Lagerlogistik / lagerrobot
6. Vertikal storage under indkøring

4.1.1 Print af laptop keyboards

Da der forventes adgang til store mængder forskelligartet brugt IT, er der behov for at kunne håndtere laptops til forskellige markeder og med forskellige sprog. Softwaren kan tilpasses internationalisering, men en stor udfordring er at forberede enheden til forskellige sprog på keyboardet. Dette sker i dag ved at afmontere keyboardet og udskifte det til et andet sprog, hvorfor Refurb har et stort og i et vist omfang uanvendeligt lager af tastaturer i forskellige sprog til de forskellige modeller. Alternativt kan keyboardet afmonteres og sendes til en leverandør, der maler nyt sprog på keyboardet, inden det sendes retur til Refurb for at blive monteret på computeren igen. Dette er en tidskrævende, logistisk krævende og dyr løsning. Det undersøges derfor, om det vil være fordelagtigt med en UV-printer, som kan printe afmonterede keyboards in-house, samt om der er mulighed for at printe nyt sprog på et keyboard monteret på en computer.

Der er i udgangspunktet behov for to processer for print af keyboard; UV-print og laser teknologi.

UV-printning er en ny teknologi, der kan printe på stort set alle overflader – herunder metal og plastik i alle farver. Denne teknologi gør, at printet er tørt og klar til brug øjeblikkeligt. Det gør det optimalt til print af keyboards.

Billede 1 viser et eksempel på UV-printning med en "almindelig" UV-printer, der kan printe på stort set alle materialer i en afstand på op til 2 mm. Dette gør den anvendelig til print på tastaturer. Hertil skal udvikles "trays" til de forskellige typer tastaturer, så de får en vandret overflade ved print. Desuden skal der laves printskabeloner til alle modeller, der ønskes printet.



Billede 1
Eksempel på en UV printer

Laser-skæring af karakterer på et tastatur er en mulig løsning til print af keyboards med backlit teknologi. Fremgangsmåden vil være at kombinere laser-skæring med UV-print: Fjern maling på tasterne ved laser; Print alle taster helt sorte med UV-print; "Skær" nye karakterer med laseren.



Billede 2
Eksempel på UV printning



Billede 3
Eksempel på laser-indgravering

For at minimere omkostningerne til produktionen af keyboards ville det mest optimale være at arbejde på en løsning, hvor tastaturer ikke skal fjernes under tilpasningen. Dette kan løses ved at benytte en robotarm med påmonteret laser/printerhoved frem for en klassisk printer. Eksempel på løsningsforslag, hvor tastaturet fortsat kunne være monteret i computeren, kan ses til højre.



Billede 4
Eksempel på hvordan en robotarm kan arbejde med print på et produkt

Refurb har undersøgt løsningerne og arbejder på flere mulige kombinationer. Det drejer sig bl.a. om indkøb og test af to modeller af UV printere med fokus på at tilpasse produktet, så der kan printes uden at tastaturet fjernes fra enheden.

4.2 Grading af udstyr vha. kamerainspektion eller laser-scanning

Refurb vurderer standen på alt udstyr, der går igennem produktion. Det brugte produkt værdisættes manuelt ud fra blandt andet standen. Det er derfor essentielt for leverandører af brugte produkter, at denne vurdering er af så høj kvalitet som muligt, og at den er ens hver gang. Ligeledes er det vigtigt for kunden, der køber et brugt produkt, at de kender standen på det udstyr, de køber. Det skal de kunne uden at have tekniske forudsætninger, og det skal samtidig være muligt at sammenligne med andre produkter.

Som beskrevet under afsnittet om grading findes der ingen standarder eller fælles bestemmelser i branchen. Det er derfor subjektive vurderinger fra genbruger til genbruger, som den enkelte leverandør og kunde skal forholde sig til.

Der er behov for at få standardiserede løsninger til vurderingen af stand. Det kan ske på flere måder:

1. Branchen enes om at fastlægge en standard, der slår igennem hos alle refurbishere. Evt. med en certificering fra en 3. part.
2. Et politisk tiltag, hvor der stilles krav om forbrugersikkerhed ved at indføre standarder, mærkningsordninger, certificeringer eller lignende som forbrugere kan orientere sig efter
3. Der indføres et brancheværktøj, der kan give en ensartet grading

Branchens organisering

Refurbishere af elektronik er ikke organiseret i én brancheorganisation. Der er derfor ikke et samlende organ til at kunne bidrage til at skabe en standard for grading af brugt småt elektronik.

Mærkningsordninger

Der findes ikke mærkningsordninger, der omhandler kvalitet og stand for brugt IT. Det brugte IT sælges efter købelovens bestemmelser med de samme reklamationsforpligtigelser og reguleringer som handel med nye varer. Der findes ikke tillæg fra forbrugerorganisationer, mærkningsordninger, certificeringsorganer eller politisk regulering, der giver forbrugere mulighed for at sammenligne refurbishere og deres produkter på tværs. De mærkningsordninger, der findes, omhandler typisk energiforbrug, og ikke områder relateret til stand på brugt eller miljøbesparelse ved at genbruge.

Brancheværktøj

Der findes ikke et brancheværktøj eller en teknologi, der kan benyttes til at vurdere standen på brugte enheder. Ensartet vurdering af standen på det brugte kræver, at teknologien kan "se", da udstyret findes i en række modeller, former og farver. Dertil kan de brugsspor, der skal vurderes for at fastsætte standen, variere i placering, størrelse, type og omfang.

Refurb har sammen med DIS (Dansk Ingeniørservice) igangsat et projekt med henblik på at udarbejde et gradingværktøj. Der er lavet en forundersøgelse, test og et budget for udarbejdelsen af teknologien. Grundtanken er at bruge visionsteknologi eller laser-scanning til at undersøge kvaliteten af en given enhed. Vision ville kunne lave vurderingen og give et tal på en skala (grading) alt efter hvilken stand en given enhed er i. Der findes allerede flere leverandører af produkter, der har denne teknologi.



Billede 5
Eksempel på et visionkamera

Under testen har visionsteknologien vist sig at kunne finde og markere relevante fejl, som illustreret i nedenstående eksempler:



Billede 6
Fejl fundet af visionsteknologien

Teknologien forventes i starten af 2020 at blive gjort endelig færdig, hvorefter systemet skal implementeres.

4.3 Rengøring af produkter vha. tøris, vask og robot

En af de mange manuelle processer, som knytter sig til genbrug af IT, er rengøring efter den tidligere bruger for bl.a. støv og snavs, tyverimærker og kendingsmærker. For at optimere på proceshastigheden og nedbringe omkostninger til refurbishment, samt sikre ensartethed, er det undersøgt, om der er muligheder for at supportere processen med teknologi.

Tøris bruges af andre i branchen til rengøring af computere. Det er blevet undersøgt, om denne proces kan automatiseres og om tøris-blasting kan give et tilfredsstillende resultat. Testresultaterne indikerer, at der er et potentiale i at benytte tøris, men det skal fortsat kombineres med andre manuelle processer, idet tøris ikke fjerner alle urenheder og derfor ikke kan fungere som den eneste rengøring af enheden.



Billede 7
Eksempel på tøris robot

Det har desuden været undersøgt, om enhederne kan vaskes med særlige rengøringsprodukter leveret af virksomheden Techsave⁴⁶. Processen er dog for tidsmæssigt ikke tilstrækkelig effektiv til at kunne håndtere de mængder brugt elektronik, der er konstateret i CEPRO-afdækningen af markedet.

4.4 Varesegmentering i modtagelsen

Det er i projektet yderligere blevet undersøgt, om varer kan sorteres automatisk i modtagelsen. Refurb har været i dialog med flere leverandører med sigte på at installere en robot, som kan identificere hvilken enhed, der kommer rullende på et bånd, sortere laptops til ét bånd og tablets til et andet, identificere og håndtere varer, der skal direkte på lager, og frasortere skrot.

Leverandørerne har udvist stor interesse og forventes på sigt at kunne levere (dele af) den ønskede løsning. Refurb har for nuværende valgt at udsætte denne automatisering af proceshåndteringen, idet den vil gribe gennemgående ind i virksomhedens produktionsproces og derfor kræver betydelig investeringer og omhu for at kunne gennemføres.

4.5 Lagerlogistik / lagerrobot

Det skal undersøges, hvor meget tid, der kan spares ved at optimere og automatisere logistikken på Refurbs lager. Det indebærer undersøgelser af transportbånd, lagringsrobotter og pakkemaskiner.

Refurb har gennemført en fuld gennemgang af lageret for at optimere modtagelse, datasletning og lagerføring af de brugte produkter. Gennemgangen har resulteret i:

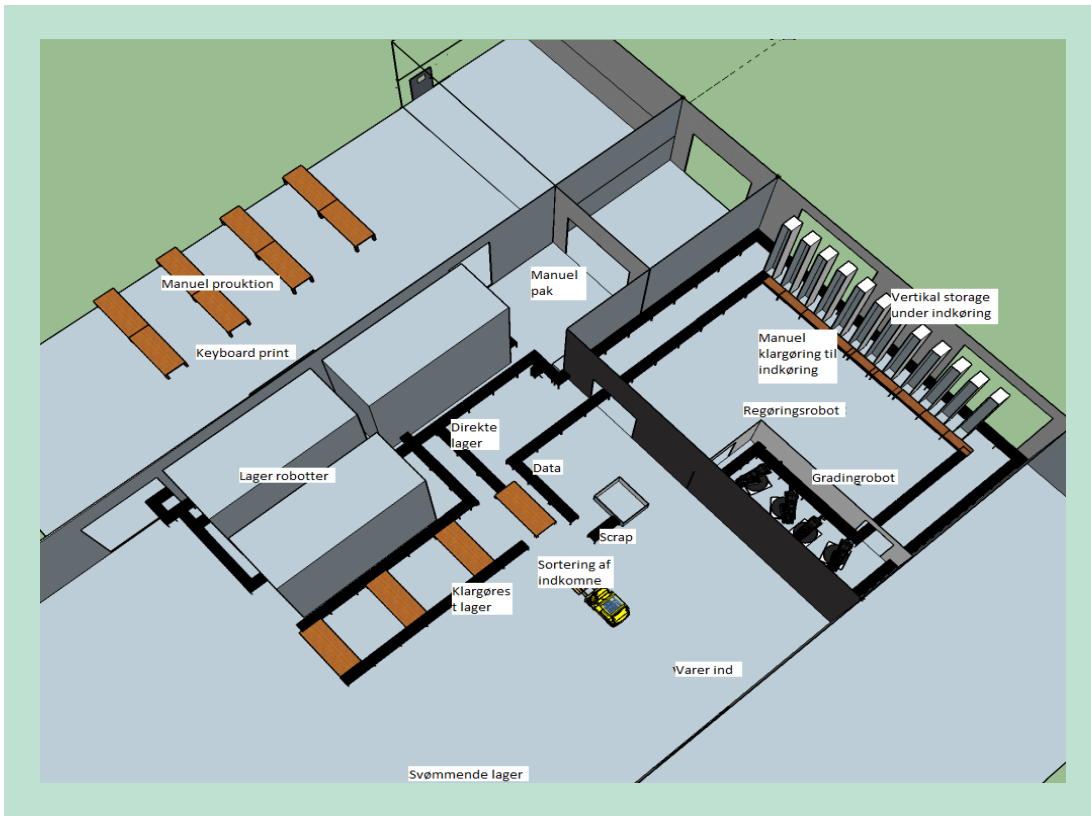
1. Indkøb og installation af 5 Logimat lager-tårne, hvor mere end 5.000 laptops kan opbevares
2. Gennemgang og tilpasning af alle processer, samt certificering af disse med ISO 9001 (kvalitet)
3. Gennemgang og tilpasning af alle forhold omkring miljø, samt certificering af disse med ISO 14001 (Miljø)



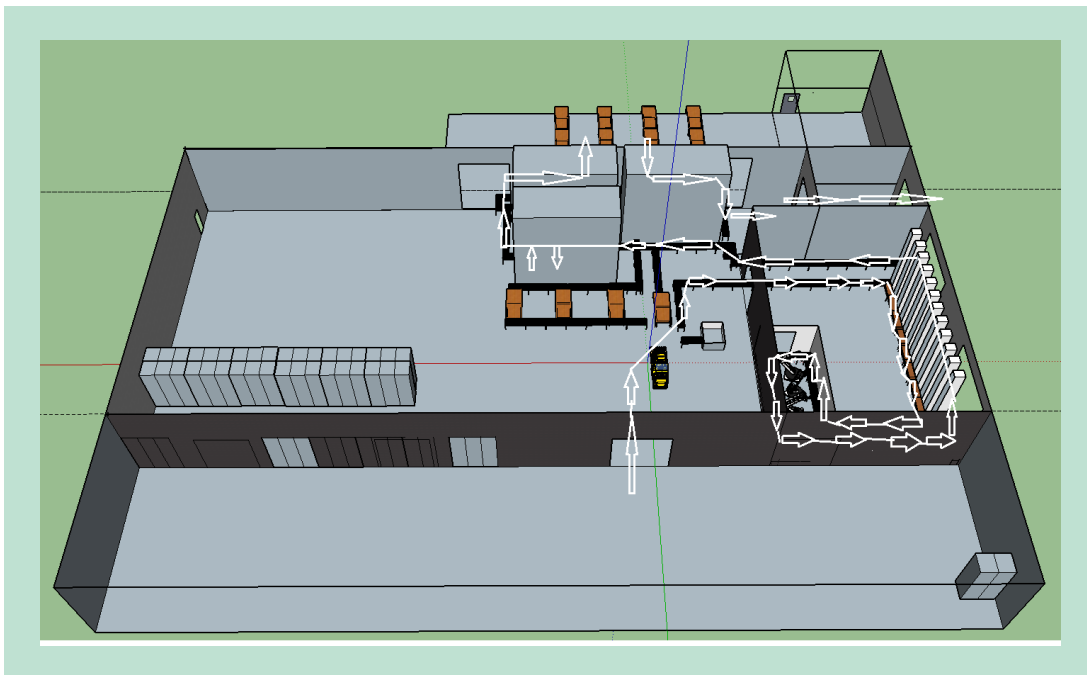
Billede 8
Eksempel på transportbånd: Haoyang Comercial CO. Ltd.

Grafik over Refurbs lager og eksempler på optimering af lagerlogistikken:

⁴⁶ <https://techsave.com/da/>



FIGUR 13. Plantegning over Refurbs lager.



FIGUR 14. Flow på Refurbs varelager.

4.6 Vertikal storage under indkøring

Datasletning, test og diagnosticering af databærende IT-udstyr, tablets og telefoner er en tidskrævende opgave, som kræver meget lidt manuel håndtering. Derfor er det blevet undersøgt, om det er muligt at opbevare enhederne i et robot-tower eller lignende under denne proces.

Der vil fortsat være en manuel opgave tilknyttet denne proces. Tilkobling af kabler – net, strøm og data vil skulle udføres manuelt. Desuden vil der muligvis skulle udføres en del-grading af skærmen, da strøm og dermed billedet på skærmen ikke vil være til stede under selve gradingen.

Refurb har besluttet at arbejde videre med denne løsning, men der er endnu ikke indkøbt understøttende teknologi til løsningen.



Billede 11
Eksempel på sletningstår

Gevinster ved indsatsen

Refurb forventer over en tre-årig periode at øge produktiviteten med 100-125%. Dette skal ses i lyset af flere ting, bl.a. at der er store muligheder for optimering i vores eksisterende setup og at vi allerede arbejder med vores interne processer for at optimere disse. Desuden forventer vi en tredobling i produkter, der skal igennem vores produktion, hvilket vil give stordriftsfordele og fordele ved, at der vil forekomme flere ensartede produkter, hvilket helt automatisk vil give bedre produktivitet.

Ovenstående automatiseringstiltag forventes at indvirke med ca. 60% af den samlede optimering af virksomhedens produktionsevne. Refurb forventer også at kvaliteten på slutproduktet forbedres. På kort sigt via certificerede processer og på langt sigt ved en objektiv grading vurdering af en maskine i stedet for en subjektiv vurdering af produkterne.



FIGUR 15. Refurb – Proces, område, mål, KPI og procedure.

4.7 Diagnosticeringsværktøj iht. Brugerbehov

I løbet af projektet er det blevet klart, at de fleste cirkulære forretningsmodeller inden for IT området er logistik- og mandetimeintensive – hvilket særligt vil være tilfældet, når der er tale om sourcing hos en privat forbruger, da volumen er lille. Derfor har refurbishment-industrien traditionelt styret uden om den private forbruger. Med Customer to Business to Customer (C2B2C) forretningsmodellen har vi udviklet en måde, hvor flere af de traditionelle barrierer er elimineret eller reduceret. Forretningsmodellen bygger på en teknologisk løsning, hvor virksomhedens rolle alene er at forbinde kunderne i hver sin ende af varekæden for det konkrete produkt. Derved bliver virksomhedens rolle mere som man kender det fra kommissions- eller agentsalg. Fordelen ved løsningen er, at businesscasen ikke forsvinder i logistik og behandlingsomkostninger, da den sælgende kunde er i stand til at udføre store dele af arbejdet selv.

Løsningen er baseret på den detaljerede og omfattende kravspecifikation til et diagnosticeringsværktøj, der er udarbejdet i projektet, og som har dannet rammen for den teknologiudvikling, der er foretaget i forbindelse med arbejdsplanen 2. Refurb har nu udviklet en løsning, der opfylder brugernes behov for sikkert at kunne afhænde deres personlige databærende enhed (Brugerhardware), samtidig med at Refurb kan drive forretning på løsningen.

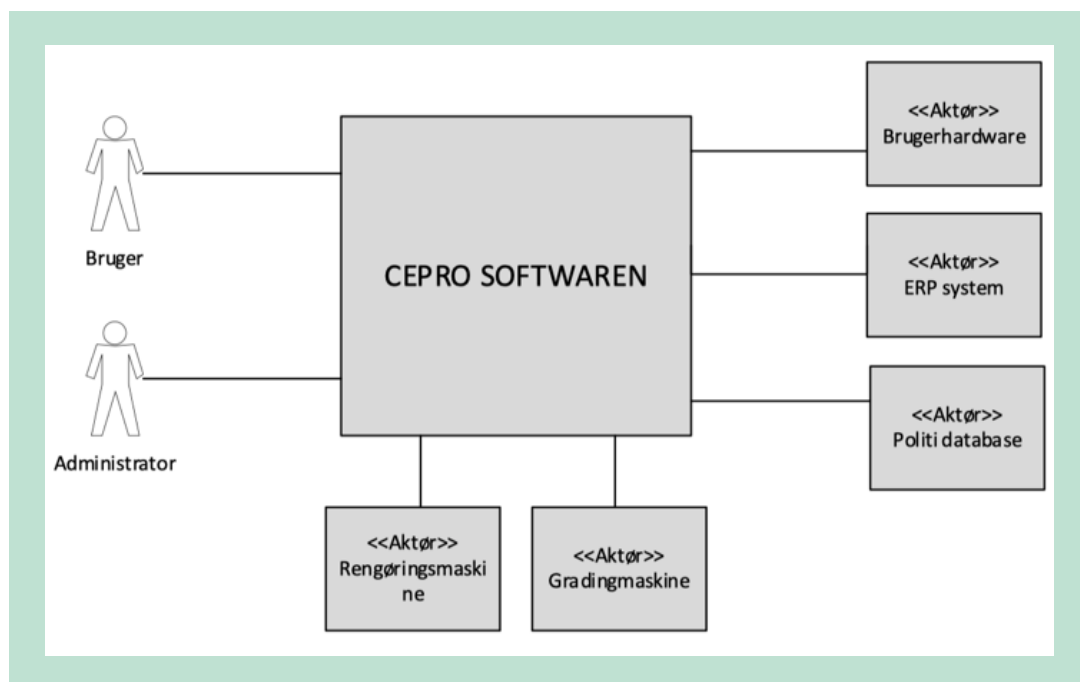
De vigtigste elementer for at kunne opfylde kundens behov er muligheden for systemmæssigt at løse følgende oplevede udfordringer for brugerne:

- "Hvad er det for en enhed, jeg har og vil sælge?"
- "Hvad er min enhed værd?"
- "Jeg ønsker at beholde mine data"
- "Jeg ønsker sikkerhed – at ingen anden kan tilgå mine data"
- "Jeg ønsker at kunne sælge en enhed, der fungerer selvom den er slettet"

Ved at udarbejde et analyseværktøj, der kan benyttes på enheden inden den sendes til refurbisheren, kan vi således overkomme en række potentielle udfordringer:

1. Brugeren får værdisætning og datasletning uden at skulle tage enheden med eller sende den
2. Brugeren får data slettet inden enheden videregiver den til databehandleren
3. Refurbisheren får værdisat og slettet enheden før der kryttes omkostninger til fragt og databehandling
4. Refurbisheren får bekræftelse på vigtig info som specifikationer, funktionalitet, m.m. inden enheden fragtes og prissættes
5. Refurbisheren kan forberede et salg under transport, så lagerperioden begrænses
6. Brugeren får forberedt enheden til at salg i en bruger til bruger løsning, hvis tilbuddet fra refurbisheren ikke benyttes

Via Systemet kan man som kunde få diagnosticeret, testet, vurderet og dataslettet sin hardware. Man kan få en salgspris (Refurbs pris) med det samme ved at indtaste informationer om produktet. Herefter følger en række af valgmuligheder for brugeren, som bliver gennemgået og uddybet i den detaljerede kravsspecifikation.

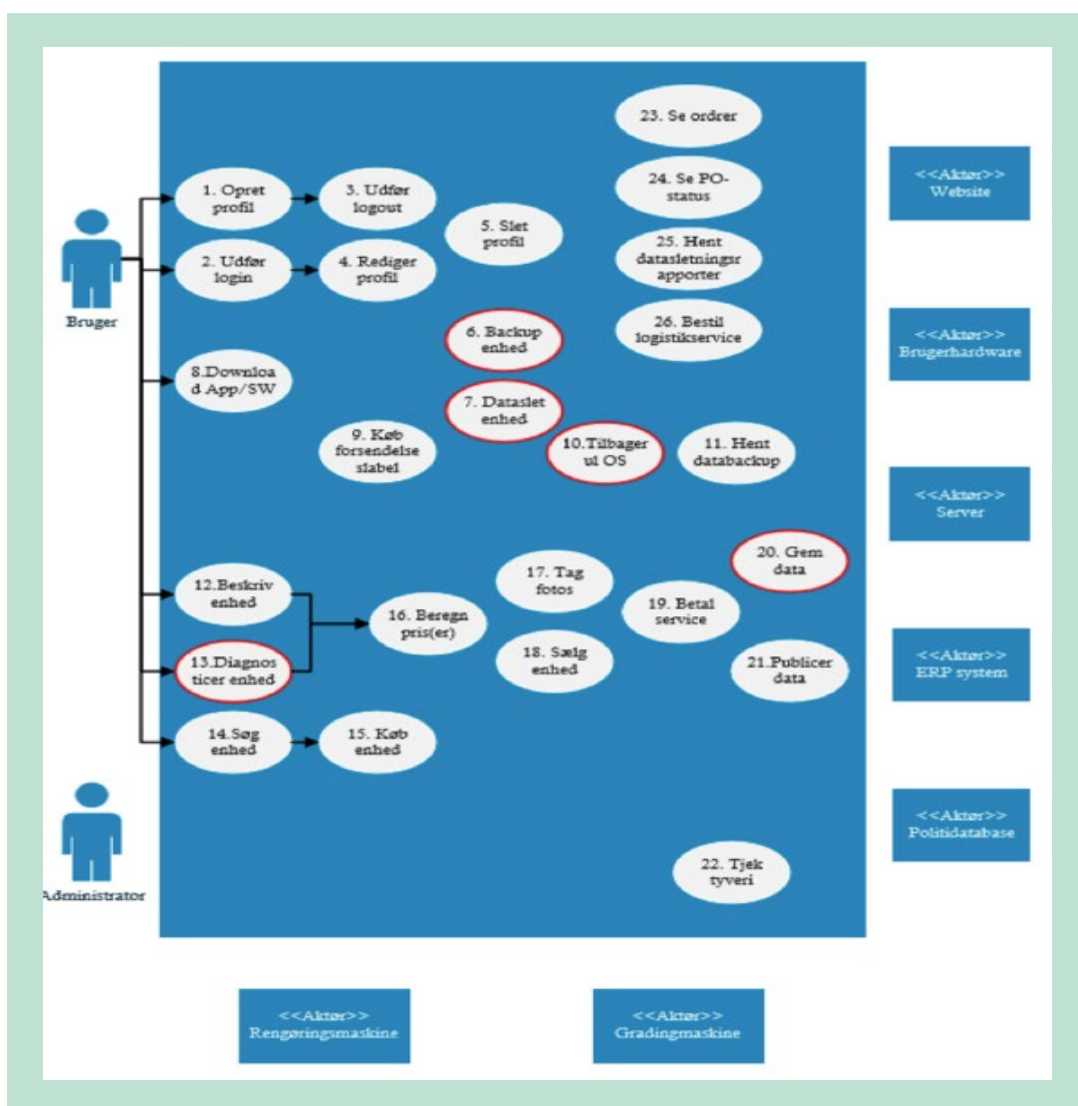


FIGUR 16. CEPRO Softwaren.

Bruger: Er en kunde. En almindelig bruger af databærende enheder, som skal have lettest mulig adgang til Systemets funktioner. Brugere forventes at kunne benytte Systemet uden yderligere uddannelse, såfremt brugeren kan betjene en PC og navigere i Internet Explorer, Firefox, Mozilla el. lign. på brugerniveau.

Administrator: Administratoren forventes at kunne benytte Systemet på administratorniveau, såfremt administratoren har læst hele manualen samt kan betjene en PC og navigere i Internet Explorer, Firefox, Mozilla el. lign. på brugerniveau. Administrator kan opdatere priser og specifikationer til prisberegneren, administrere brugere, ordrer og varer til salg, samt hæve betalinger.

Systemets funktioner, de funktionelle krav, er fundet og beskrevet vha. 'use case'-teknikken. Det følgende use case-diagram viser Systemets funktioner, udtrykt som use cases, og giver et overblik over funktionaliteten af softwaren. Hver af de på diagrammet viste use cases er specificeret i Funktionelle krav.



FIGUR 17. Use case-diagram.

Hermed følger status på de væsentligste use cases:

Use case 13 – Diagnosticer enhed

Den største udfordring for sælgere og købere af brugte enheder opstår, når sælger ikke på tilstrækkelig vis er i stand til at give køber information (typisk) af teknisk karakter. Derfor har arbejdet med arbejdsplanpakke 2 i høj grad været centreret omkring netop denne del af udfordringen/løsningen. Refurb har udviklet et værktøj, som er i stand til at analysere hardwarespecifikationer på både Windows-baserede PC systemer og Apple computere. Værktøjet kan kommunikere med Refurbs interne systemer og det database-setup, der er udviklet til indsamling og analyse af diagnosedata. Den indsamlede data danner grundlag for den indikative pris, som kunden modtager senere i "C2B2C flowet".

Analyseværktøjet fungerer endnu ikke på mobile enheder, men de særlige udfordringer ved denne analyse vil blive søgt løst i 2020.

Use case 16 – Beregn pris

Efter analysen af enheder har Refurb udviklet en prisalgoritme baseret på hardwarespecifikationerne, som vi selv kan udtrække. Dertil er der udviklet en måde, hvor man kan justere vægtningen af hardwarespecifikationernes indflydelse på den estimerede "Refurbpris". Prisen som udregnes er et bedste bud på en pris hos en Refurbisher, som skal give reklamationsret osv., og derfor er det også realistisk, at den reelle salgspris mellem to private vil være noget lavere. Vores undersøgelser viser en prisvarians på ca. 20% på mobiltelefoner i et benchmark med blandt andet bruger-til-bruger (C2C) platforme som DBA.dk.

Use case 6 – Sikkerhed for data

Da "C2B2C" løsningen understøtter både Windows baserede styresystemer og MAC OS X computere, er denne use case løst ved at implementere eksterne cloud-baserede løsninger i det flow, som kunden gennemfører. Endelige aftaler foreligger ikke, men der har været dialog med Onlime, som er en cloud-storage løsning bygget på Jottacloud. Alle større cloud-storage virksomheder har en trial på 30 dage, hvilket kan gøre det billigt (eller gratis) og enkelt for kunden at foretage en backup af enheden. Refurb forventer dog at lancere servicen gå med en fast aftale med en stor udbyder som Onlime eller Jottacloud, da de tilbyder backupløsninger med i praksis ubegrænset plads.

Use case 7 og Use case 10 – Sikkerhed for datasletning og geninstallering af styresystem

Datasletning er fra Windows 10 en indbygget feature, som har to niveauer - en hurtig sletning, eller en noget mere grundig datasletning af lagermediet. Det samme har MAC OS X, og derfor har vi valgt at benytte de indbyggede features og udarbejde guides som forklarer, hvordan datasletningen og genetableringen af operativsystem foregår.

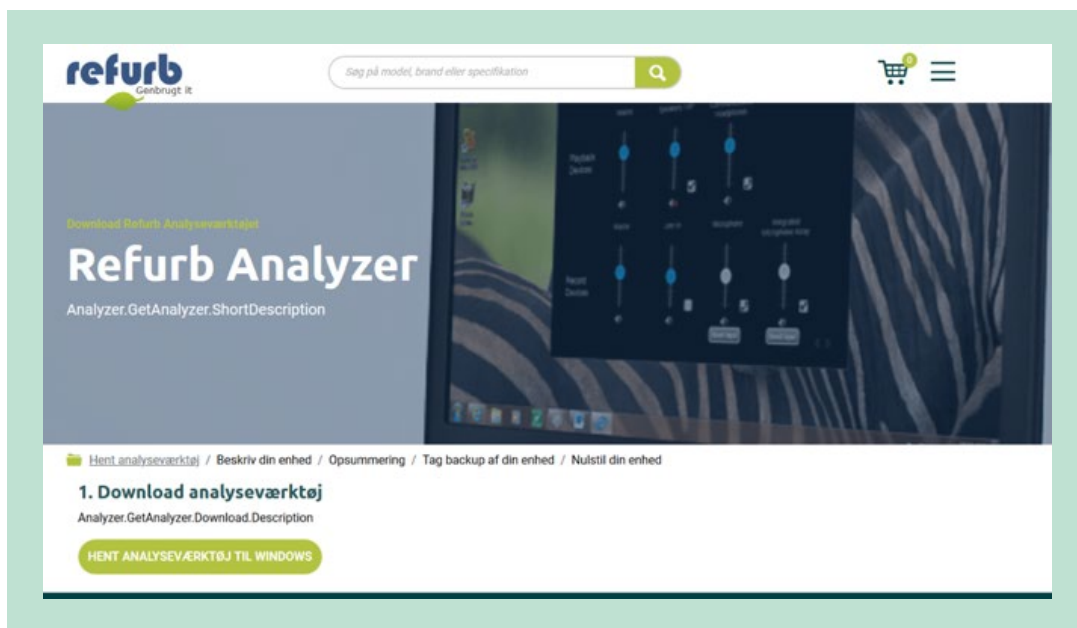
Når disse guides er fulgt, vil man have en dataslettet PC eller Mac, som er reinstalleret med operativsystem. Dataen er fortsat tilgængelig via Refurbs platform, og man skal således blot vente på, at en køber finder maskinen, hvorefter der sendes besked til den sælgende kunde om at sende PCen til den nye køber.

4.7.1 Guide til 'Refurb-analyser'

Denne beskrivelse af den udviklede 'Refurb-analyser' til mac og pc forklarer de basale steps i C2B2C-løsningen. Der er tale om en indledende beta version, hvorfor flere tekster ikke er "oversat" til slutbrugersprog, men snarere optræder med de benævnelser, der er brugt i kildekoden. Guiden beskriver de steps, som brugeren skal gennemgå, og forklarer samtidigt, hvordan eventuelle steps kan løses, hvis de ikke allerede er løst rent teknologisk i den eksisterende løsning.

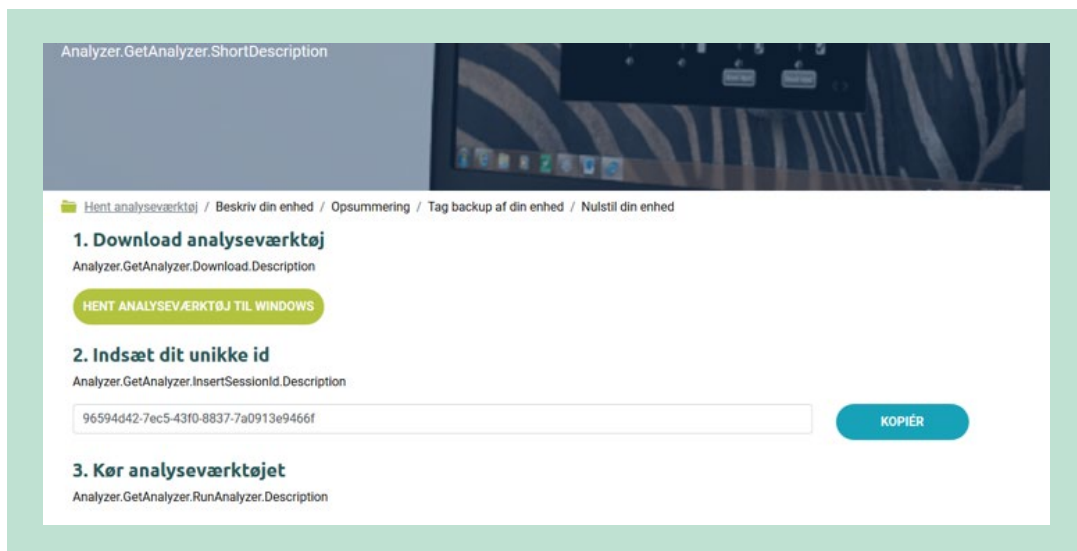
Trin 1: Hent Analyzer-programmet

Man starter analysen med at hente analyzer-programmet. Det kræver et login, der udleveres af Refurb. Afhængigt af styresystemet vil brugeren se en download-knap til windows eller mac. Programmet er testet på windows 10 og på mac mojave. Guiden er skrevet ud fra en windows-pc. Mac-udgaven er stort set det samme bare med andre beskrivelser i trin 1 og 2.



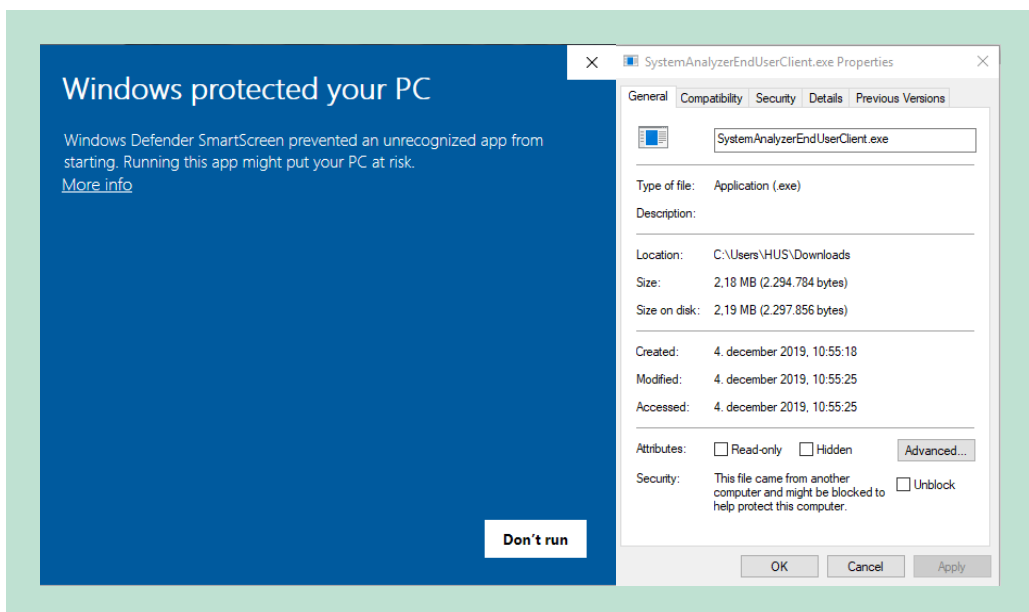
FIGUR 18. Refurb Analyzer.

Ved at trykke på 'Download' bliver programmet hentet og de næste to steps dukker op:



FIGUR 19. Download program.

Programmet er ikke signeret software, så der dukker en blå skærm op, når man starter programmet. I forbindelse med en kommerciel lancering, vil en signering af softwaren sikre at programmet vil starte uden advarsler. For nogle vil det virke at trykke på "More info" og vælge "Run anyway". For andre skal man finde filen, højreklikke og vælge "Properties" og klikke på "Unblock":



FIGUR 20. Blocked content.

Trin 2: Kør programmet

Når man åbner programmet skal man kopiere den unikke id, som stod på hjemmesiden, ind i programmet:



FIGUR 21. Unik ID.

Herefter trykker man på "Analyser" og så starter analysen. Når programmet er kørt færdigt bliver brugeren automatisk sendt over til næste trin:

Trin 3: Beskriv enheden

Nu får man en oversigt over de specifikationer, som programmet har analyseret sig frem til på computeren. Nedenunder dette kan man give en beskrivelse af enheden samt give den en 'grade'. Desuden kan man uploade billeder af enheden, der understøtter den vurderede stand.

Din enhed

Her er de specifikationer vi udlæste fra din enhed:

Model	LENOVO ThinkPad P50
Operativsystem	Microsoft Windows 10 Enterprise
Processor	i7-6820HQ 2.70GHz
Hukommelse	32 GB
Harddiske	512 GB SSD

VIS ALT
▼

Beskriv enheden

Her kan du beskrive din enhed og give den en bedømmelse af hvilken stand den er i.


Enhedens stand*:

Rigtig fin stand

Beskrivelse:

Der er lidt ridser i kanten, men den fungerer rigtig fint.

Tag nogle billeder af enheden fra forskellige vinkler og upload dem her



Browse... 2035_642-Lenovo ThinkPad P50 1.png **UPLOAD**

GEM OG GÅ VIDERE

FIGUR 22. Beskriv enheden.

Trin 4: Opsummering og pris

Til sidst får man en opsummering med alt hvad man har indtastet, hvad der er læst ud samt en pris, der beregnes ud fra en algoritme, som baserer sig på specifikationerne.

[Hent analyseværktøj](#) / [Beskriv din enhed](#) / [Opsummering](#) / [Tag backup af din enhed](#) / [Nulstil din enhed](#)

Opsummering af analysen


Her er en opsummering af din enhed samt en vejledende udsalgspris.

Enhedens pris: 5.451,00 kr.

Enhedens stand: Rigtig fin stand

Beskrivelse:
Der er lidt ridser i kanten, men den fungerer rigtig fint.

Billeder af enheden:



Specifikationer

Model	LENOVO ThinkPad P50
Operativsystem	Microsoft Windows 10 Enterprise
Processor	i7-6820HQ 2.70GHz
Hukommelse	32 GB
Harddiske	512 GB SSD

FIGUR 23. Opsummering og pris.

Trin 5: Backup og nulstilling

Derefter følger to trin med simple vejledninger til, hvordan man tager backup og nulstiller sin computer, via Windows og MAC OS X indbyggede funktionalitet, som sikrer at computeren re-installeres og er klar til videresalg, uden frygt for datatab eller delen med trediepart.

5. Model for opkøb og refurbishment af elektronisk udstyr

For at kunne undersøge mulighederne for at udvikle en bæredygtig forretningsmodel for opkøb fra private, har projektet undersøgt kvaliteten og potentialet i det elektroniske udstyr, der findes hos de private, samt hvilke samarbejder der kan understøtte logistikken, således at denne ikke fjerner det økonomiske incitament for sælger og Refurb.

Der tabes i dag meget store værdier i de produkter, vi som borgere smider væk og afleverer på genbrugspladsen. To sorteringsundersøgelser af genbrugspladsens 'bure' med elektronikaffald har vist, at meget af det elektronik, der smides ud, sagtens kan genbruges⁴⁷. Fx var mere end halvdelen af de bortskaffede støvsugere stadig velfungerende – én var tilsyneladende smidt ud, fordi posen var fuld. Undersøgelsen har gennemgået mere end 100 forskellige typer produkter, og det almindelige er, at der inden for alle produkttyper findes enkelte produkter, der ingenting fejler, og mange der kunne fungere igen efter en reparation. I dag går de fleste af disse værdier tabt da alle produkterne i burene på genbrugspladsen ender ét sted: i en stor kværn, hvor de knuses ned til småstykker, hvorefter materialerne søges genbrugt. Dog er det kun omkring halvdelen af materialerne, der ender med at blive genbrugt, og resten ender med at blive brændt eller havner på en losseplads.

I et forretningsperspektiv er problemet dog, at det elektronik, der indleveres på genbrugsstationerne, ofte ikke har den store gensalgsværdi i forhold til, hvad det vil koste en refurbishing virksomhed at sætte produktet i stand. Sorteringseksperimenterne udført af SDU viser produkt-sammensætningen af det e-affald, der kommer ind på genbrugsstationerne i Odense og det klare billede er, at der ikke er meget at hente på genbrugsstationerne for en virksomhed som Refurb. Det følgende afsnit gennemgår kort observationer og konklusioner fra de to sorteringsforsøg.

5.1 Indsamlet elektronik fra genbrugsstationer

I den første undersøgelse, der blev udført i 2015⁴⁸, blev otte bure med EoL-skærme undersøgt (i alt 2128 kg), samt otte bure med EoL-produkter i kategorien små husholdningsapparater (2576 kg i alt). Der var i alt 965 produkter i otte bure med små husholdningsapparater (SHA). Kun en lille andel af disse var repræsenteret af it-udstyr (TABEL 4).

TABEL 4. Andel mobiltelefoner, stationære- og bærbare computere i SHA-fraktionen.

Produkttype	Totale antal	Andel af det samlede antal produkter i SHA-kategorien
Mobiltelefoner	15	1.5%
Stationære computere	21	2.2%
Bærbare computere	1	0.1%

De fleste mobiltelefoner og computere manglede enten dele eller var ødelagte. Kun én ud af 21 mobiltelefoner og tre ud af 21 stationære computere viste sig at fungere fint. Den eneste bærbare computer var ødelagt. Produkternes nøjagtige alder blev ikke identificeret, men de

⁴⁷ Parajuly & Wenzel, 2017a og Parajuly & Wenzel, 2017b

⁴⁸ Parajuly & Wenzel, 2017a

fleste af produkterne var teknologisk forældede. Nogle eksempler på mobiltelefonernes modeller fra den ovenstående analyse er: Nokia 3310, Nokia 6150, Samsung sgh-c260, Sony Ericsson C510, Sony Ericsson W205.

Det andet eksperiment blev udført i 2017⁴⁹. Under forsøget blev 16 bure med e-affald fra genbrugsstationer i Odense modtaget og analyseret - i alt 3131 produkter på sammenlagt 4719 kg. I lighed med det første eksperiment var det samlede antal mobiltelefoner, bærbare -og stationære computere begrænset sammenlignet med størrelsen på prøven (TABEL 5).

TABEL 5. Andel mobiltelefoner, stationære- og bærbare computere i SHA-fraktionen (anden prøveudtagning).

Produkttype	Totale antal	Andel af det samlede antal produkter i SHA-kategorien
Mobiltelefoner	102	3%
Stationære computere	34	1%
Bærbare computere	13	0.4%

Fra tabellen ovenfor kan det ses, at andelen af mobiltelefoner i det andet eksperiment er signifikant højere end i den første. Denne diskrepans er forårsaget af, at et af burene indeholdt 56 mobiltelefoner. De fleste af disse var pakket sammen i en plastikpose. Ovennævnte indsamlingssted ligger ved siden af flere store leverandører af elektroniske produkter og et indkøbscenter (Bilka, Elgiganten, Rosengårdcentret). Det store antal mobiltelefoner i det pågældende bur stammer sandsynligvis fra virksomheder, der erhverver gamle e-produkter via takeback-ordninger. Identifikation af bestemte modeller for mobiltelefoner, stationære og bærbare computere var uden for denne undersøgelses rækkevidde, skønt det samlede billede svarede til det første eksperiment, og at de fleste af produkterne var teknologisk forældede. Der blev fundet fire iPhones i én prøve, men tilstanden for disse var ringe. Derudover fandt undersøgelsen, at over halvdelen af de kasserede printere og 75 procent af støvsugerne stadig virkede. Flere kameraer manglede bare et hukommelseskort, og meget anden elektronik var skrottet, fordi det havde en løs forbindelse eller et defekt kabel, mens selve apparatet fungerede fint.

I henhold til DPA blev der i 2013 indsamlet ca. 21.000 tons WEEE i kategorien SHA. Ved hjælp af disse tal og data nedenfor fra er det muligt at estimere de samlede mængder telefoner, bærbare og stationære computere indsamlet igennem genbrugsstationerne (TABEL 6).

TABEL 6. Det anslåede samlede antal mobiltelefoner, bærbare og stationære computere bortskaffet gennem genbrugscentre i Danmark.

Produkttype	Det samlede antal indsamlede enheder via genbrugsstationer i Danmark i løbet af et år
Mobiltelefon	336 806
Stationær computer	158 328
Bærbar computer	40 302

De tidligere studier af elektronik fra genbrugsstationerne har vist, at vi danskere smider produkter ud, der kunne have levet længere, men at vi samtidig venter alt for længe med at smide produkterne ud, således at elektronikken er forældet og genbrugsmuligheden forringet.

Dette projekt undersøger mulighederne for at få fat i de elektroniske produkter inden de mister deres gensalgsværdi på grund af for længe "dvaletilstand" hos de private forbrugere.

⁴⁹ Parajuly & Wenzel, 2017b

Men hvad ville der ske, hvis de danske forbrugere havde en bedre mulighed for at komme af med deres elektronikprodukter til genbrug? Det spørgsmål har projektet undersøgt i forbindelse med en storstilet kampagne, der skulle undersøge mulighederne for FRIT LEJDE⁵⁰ til at afsætte private borgeres elektronik.

5.2 Kvalitet og potentiale i elektronik fra private

Kampagnen er baseret på en serie begivenheder, som forløb fra november til december 2018, der indsamlede fynboernes aflagte eller defekte mobiltelefoner, computere, hårtørrere og støvsugere mv.⁵¹ for at få en dybere forståelse for, hvad der skal til for at skabe en ny form for cirkulær økonomi, hvor produkter og deres indholdsstoffer indgår i kontinuerlige kredsløb, så produkterne bruges flere gange eller materialerne bliver brugt i nye produkter.

FRIT LEJDE fungerede samtidig som en Citizen Science-kampagne, der kunne skabe en ægte dialog med borgerne for at kunne forstå deres handle-mønstre. Gennem en større spørgeskemaundersøgelse fik borgerne mulighed for at hjælpe med viden og dataopsamling om teknosfæren, ved at besvare følgende spørgsmål:

- hvilke produkter ligger ubrugte hen i hjemmene, hvor de med tiden mister deres værdi?
- hvorfor er de gået ud af brug?
- hvorfor og hvordan bliver de smidt væk?
- hvad skulle der til, for at borgeren i stedet ville bringe det til genbrug ved salg eller andet?
- hvad skal der til for at borgeren ville købe gammelt i stedet for nyt?

Spørgeskemaundersøgelsen resulterede i 1.263 besvarelse. Redegørelse for metoden til kampagnen og spørgeskemaundersøgelsen kan findes i bilag 3.

I spørgeskemaundersøgelsen blev antallet af mobiltelefoner i forskellige former for brug kortlagt for at opgøre mængden af enheder, der potentielt kan indgå i en cirkulær forretningsmodel for Refurb. TABEL 7 viser antallet af telefoner i forskellige brugsfaser fordelt på husholdningstype.

⁵⁰ Kampagnen er et resultat af et samarbejde mellem SDU Citizen Science, TV2/Fyn og fire kommunale affaldsselskaber: Odense Renovation, FFV Energi & Miljø (Faaborg-Midtfyn), Assens Forsyning and Svendborg Vand & Affald. Adskillige virksomheder, herunder Refurb, har derudover givet målrettet opbakning og assistance under de organiserede events og aktiviteter.

⁵¹ Kampagnen modtager dog ikke hårde hvidevarer og lysstofrør

TABEL 7. Antallet af telefoner i forskellige brugsfaser fordelt på husholdningstype.

Type husholdning	Samlet befolkningstal i husholdningstypen	Antal mobiltlf i brug af én person	Antal mobiltlf i delt brug	Antal mobiltlf lej- lighedsvis i brug	Antal mobiltlf i dvale	Total antal mobiltelefoner
Andet	33 081	27 858	3 482	1 741	12 188	45 269
Etageboliger	1 853 856	1 825 040	225 729	216 123	1 287 133	3 554 024
Fritidshuse	37 448	31 207	15 603	9 362	24 965	81 137
Kollegier	43 404	38 581	2 894	2 894	21 220	65 588
Parcel/Stuehuse	3 019 887	2 705 391	541 524	371 557	2 027 751	5 646 223
Række-, kæde- og dobbelthuse	760 013	659 632	136 413	123 421	448 213	1 367 678
Total	5 747 689	5 287 708	925 645	725 098	3 821 470	10 759 920

Ved at dykke dybere ned i undersøgelsen viser det sig, at gamle Nokia-telefoner og Apple-smartphones (hovedsageligt generation 4 og 5) repræsenterer mere end halvdelen af mobiltelefonerne i dvale.

Undersøgelsen viser, at kun 21% af telefonerne i dvale ikke fungerer og at hele 40% er fuldt funktionsdygtige med ingen eller minimal slitage:

TABEL 8. Tilstand, andel af enheder i dvale og gennemsnitsalder.

Tilstand	Andel af enheder i dvale	Gennemsnitsalder (år)
Fungerer ikke	21%	6,8
Funktionel (betydelig slitage)	24%	6,9
Funktionel (nogle dele mangler eller i stykker)	15%	6,3
Funktionel (lille slitage)	31%	6,7
Funktionel (som ny)	9%	6,3
Samlet	100%	6,7

Selvom gennemsnitsalderen for telefonerne ligger på omkring 6-7 år, viser undersøgelsen dog, at telefonerne i gennemsnit blev lagt i dvale efter kun 3,9 år og har ligget i dvale i gennemsnit 2,8 år. Studiet viser dermed tydeligt potentiale i at få produkterne tilbage i brug langt hurtigere, hvis der fandtes et cirkulært kredsløb, der kunne forlænge produktets levetid.

Billedet af stationære og bærbare computere er nogenlunde ens. Her er der lidt færre enheder i perfekt eller god stand, men potentialet for bærbare computere er stadig 31%. Derimod varierer aldersgennemsnittet langt mere for computere end mobiltelefoner afhængig af stand.

TABEL 9. Tilstand, andel og gennemsnitsalder af hhv. stationære- og bærbare computere i dvale.

Tilstand	Andel af bærbare computere i dvale	Gennemsnitsalder (år)	Andel af stationære computere i dvale
Fungerer ikke	30%	8,2	15%
Funktional (betydelig slitage)	25%	8,3	18%
Funktional (nogle dele mangler eller i stykker)	14%	7,5	18%
Funktional (lille slitage)	26%	7,4	32%
Funktional (som ny)	5%	6,4	17%
Samlet	100%	7,8	100%

Undersøgelsen viser, at bærbare computerne gennemsnitligt har været i brug i 5,1 år og ude af brug i 2,9 år. For stationære computere er tallet henholdsvis 6,4 år og 3,6 år.

5.2.1 Potentialet for refurbishingvirksomheder

Det samlede potentiale i lageret af e-produkter i husholdninger til refurbishingvirksomheder kan opdeles i tre kategorier baseret på tilgængeligheden af produkter:

- **Let tilgængelig:** Produkter, der ikke er i brug og let kan købes
- **Tilgængelig med begrænsninger:** Produkter, der lejlighedsvis bruges. De kan rekvireres, men til en højere pris end produkter, der ikke er i brug. Brugere har brug for et større incitament for at gå af med produkterne
- **Snart tilgængelig:** Produkter, der er i brug, der nærmer sig eller allerede overskrider deres gennemsnitlige samlede levetid

Ved hjælp af statistikken præsenteret i foregående afsnit, kan man udlede alderen for, hvornår et produkt bliver tilgængeligt. I en forenklet tilgang kan det antages, at den gennemsnitlige alder for, hvornår produktet kom ud af brug, kan repræsentere produktets gennemsnitlige levetid. For mobiltelefoner er det for eksempel 3,9 år. Ved hjælp af de data, der er præsenteret i de foregående sektioner og denne metodetilgang, er det derfor muligt at estimere det samlede antal enheder, der var tilgængelige i år 2019 i nedenstående tabel:

TABEL 10. Estimat af det samlede antal enheder tilgængelige i år 2019.

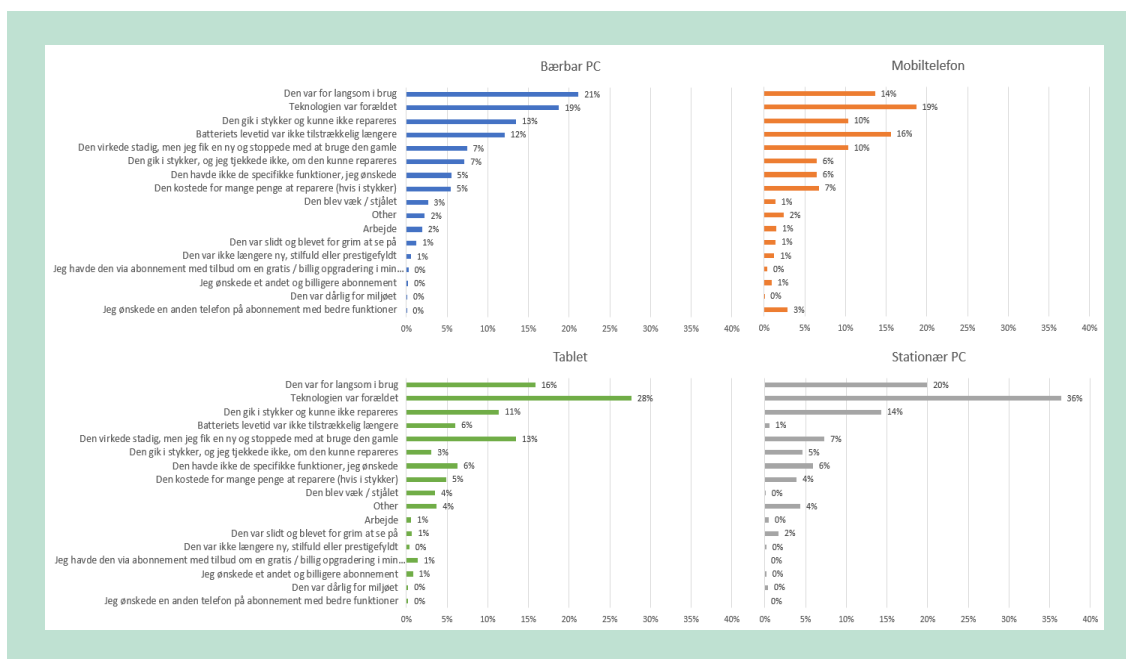
Produkttype	Let tilgængelig	Tilgængelig med begrænsninger	Snart tilgængelig	Total
Mobiltelefon	3.026.678	725.098	2.355.491	6.107.267
Bærbar computer	1.113.075	792.909	1.962.101	3.868.085
Tablets	433.061	435.132	1.962.417	2.830.610
Stationær computer	591.606	317.453	576.407	1.485.466

5.3 Adfærdsmæssige aspekter og opfattelse af CØ-forretningsmodeller

Efter at have konstateret, at der burde være et stort potentiale for at erhverve e-produkter fra husholdningerne, er det vigtigt at forstå, hvilke hindringer der findes for implementeringen af CØ-forretningsmodeller, og hvordan man kan konstruere en forretningsmodel på en optimal måde, der er attraktiv for borgerne. Følgende afsnit giver indsigt fra spørgeskemaet og besvarer disse spørgsmål.

Den største forbrugerbekymring generelt ved at købe brugt elektronik var for 66%, at de havde brug for en vis garanti for produktets funktionsevne og levetid. Dette resulterede i, at 77% af de adspurgte foretrak at købe brugt elektronik gennem en professionel refurbisher, der yder en vis garanti, mens cirka halvdelen af de adspurgte fandt det usandsynligt, at de nogensinde ville købe via brugte C2C-pladformer så som DBA og Gul og gratis. Billigere pris og positive miljøpåvirkninger blev vurderet som nr. 1 årsag til at købe brugte / renoverede e-produkter.

Derudover illustrerede undersøgelsen årsagerne til, at folk holder op med at bruge deres enheder.



FIGUR 24. Årsagerne til, at folk holder op med at bruge deres enheder.

Figuren viser, at funktionsfejl ikke er den mest almindelige årsag til udskiftning af en enhed, hvilket betyder, at de fleste af enhederne stadig er funktionelle, når de går ud af brug. For mobiltelefoner, tablets og stationære computere er den vigtigste årsag til udskiftningen den forældede teknologi, mens den for bærbare computere er langsom i brug. I mange tilfælde kan den utilstrækkelige ydeevne af bærbare computere skyldes softwareproblemer og kan muligvis let rettes ved genindstilling af systemet eller mindre opgraderinger af fx hukommelse eller hard-disk. Disse procedurer er veletablerede blandt renoveringsvirksomheder, og enhederne kan derfor have en høj værdi i opkøbshenseende.

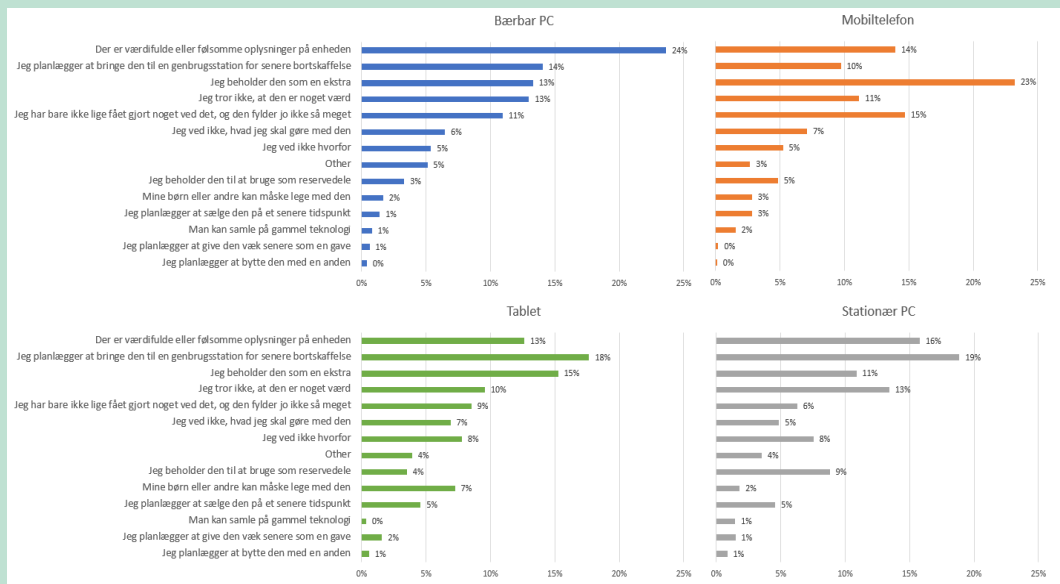
En anden almindelig årsag til, at enheder går ud af brug, er utilstrækkelig batterilevetid. For mobiltelefoner er det den næstmest almindelige årsag, og for bærbare computere er det den fjerde. Ligesom softwareproblemerne er batteriudskiftning en nem procedure, så disse enheder kan være attraktive for refurbere at erhverve. Der er en stor andel enheder, der kun blev udskiftet, fordi deres brugere fik en ny – 13% af tablets, 10% af telefoner, 7% af pc'er. Da disse enheder kan genbruges uden komplikationer, repræsenterer de den mest attraktive kategori til yderligere genbrug eller renovering. Hvad der derefter skete med de udskiftede enheder, kan udtrækkes fra nedenstående figur.



FIGUR 25. Hvad gjorde du med din forrige enhed, da den blev uskiftet?

Som det fremgår af figuren, var det mest populære svar for mobiltelefoner, bærbare computere og tablets: "Jeg gemmer det derhjemme". Kun stationære computere ender mere sandsynligt på genbrugsstationen end i 'pulterkammeret' derhjemme. Disse resultater fra spørgeskemaet fremhæver det potentiale, der bogstavelig talt ligger og gemmer sig i de danske husholdninger.

Årsagerne til, hvorfor produkter opbevares længe efter, de er gået ud af brug, er vist i nedenstående figur.



FIGUR 26. Årsager til opbevaring af produkter, der er gået ud af brug.

For bærbare computere er den vigtigste grund til opbevaring af gamle enheder derhjemme, at der er følsom information, der er gemt på harddisken. For andre enheder er datasikkerhed

også en af de tre vigtigste årsager. Denne information viser, at hvis danskerne var mere opmærksomme på de muligheder, der eksisterer for professionelle procedurer til sletning af data, som refurbishingvirksomheder bruger, kunne det muligvis tilskynde dem til at sælge deres produkter videre til en sådan virksomhed i stedet for at opbevare dem derhjemme, til produktet helt har mistet sin værdi. Spørgeskemaundersøgelsen viste samtidigt, at på spørgsmålet om, hvad der ville overbevise borgerne om at sælge deres brugte produkt til en refurbishing virksomhed, var 'Garanti for sletning af data' den mest foretrukne mulighed.

Option	Mest foretrukket	Foretrukket	Mellem	Ikke foretrukket	Mindst foretrukket
Garanti for datasletning	73%	16%	6%	2%	2%
Et bekvemt leveringssystem	48%	34%	14%	3%	1%
Du garanteres en mindstepris af den virksomhed, der køber dit produkt	33%	33%	24%	7%	3%
Viden eller certifikat om miljømæssige fordele	34%	33%	20%	10%	3%
En app, der giver mulighed for ekstern evaluering af din enhed/pris, herunder værdi og sikker datasletning	37%	29%	19%	12%	4%
En "ekstra telefon efter behov" service, som giver dig mulighed for at leje en telefon i en kort periode efter behov	12%	16%	25%	32%	14%

FIGUR 27. Foranstaltninger der kunne få borgerne til at aflevere e-produkter til Refurb.

På samme måde var den største bekymring ved at sælge til en refurbishing virksomhed omkring beskyttelse/sletning af data (68%). Dette viser, at sikkerhed for personoplysninger er et af de vigtigste spørgsmål, når det kommer til genbrug eller renovering af e-produkter. Mange mennesker har ikke tilstrækkelig teknisk viden til at udføre ordentlig datasletning på deres enheder, hvilket forhindrer, at disse genbruges.

Det er antydnet at antallet af it-produkter som ender på genbrugsstationer er relativt begrænset. Når det drejer sig om skabelsen af nye cirkulære forretningsmodeller, så ændrer billedet sig dog. I spørgeskemaet har vi spurgt respondenterne om, hvordan de foretrækker at dele deres gamle produkter til istandsættelsesfirmaer. Den mest foretrukne mulighed var her at levere til en lokal genbrugsstation (FIGUR 28).

Option	Mest foretrukket	Foretrukket	Mellem	Ikke foretrukket	Mindst foretrukket
Levere til din lokale genbrugsstation	48%	25%	16%	7%	3%
Modtage en forberedt konvolut / papæske og sende tilbage via post	30%	25%	20%	18%	6%
Levere til dit lokale supermarked	24%	32%	23%	16%	6%
Levere til dit lokale posthus	16%	30%	23%	22%	7%
En speciel lastbil, der kommer til dit kvarter på en bestemt dag hver måned	21%	20%	22%	27%	9%
Der kommer en person og henter den fra din bolig	18%	15%	22%	33%	12%

FIGUR 28. Foretrukne metoder til levering af brugte e-produkter til refurbishingvirksomheder.

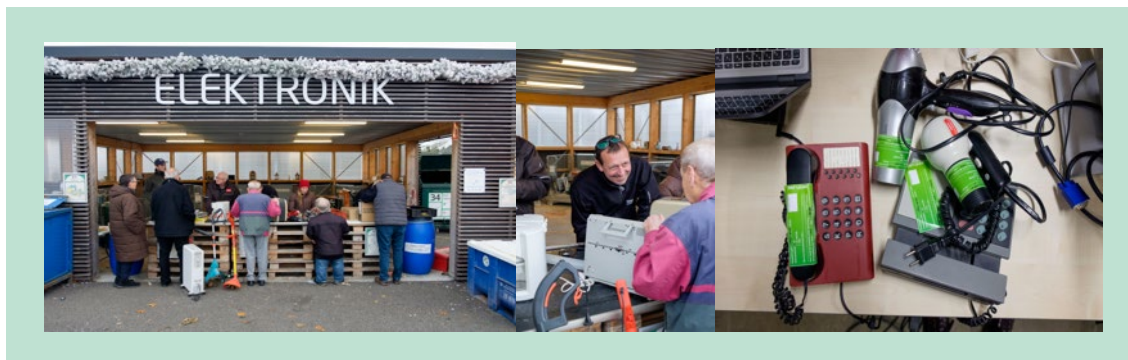
Selvom der er nogle leveringsmetoder, som synes at være mere praktiske, er danskere vant til at gå til genbrugsstationerne. Dette viser potentialet ved genbrugsstationer i det fremtidige system, hvor istandsættelsesfirmaer for eksempel kunne få dedikerede bure til indsamling af brugte produkter. Genbrugsstationer kan således blive knudepunkter for en mere cirkulær løsning, hvor e-produkter kan sendes tilbage til reparation, istandsættelse og genbrug.

Potentialet herfor blev undersøgt nærmere gennem to genbrugsaktioner hvor fysiske undersøgelser af de produkter, der kan erhverves ved genbrugsstationer blev udforsket.

5.4 Genbrugsaktioner

I løbet af to weekender i november har fire af de deltagende genbrugsstationer på Fyn indsamlet e-produkter fra borgere med assistance fra de andre involverede aktører. De indsamlede e-produkter blev doneret til "videnskaben" i stedet for at blive sendt den sædvanlige retning for elektronisk affald. Hver genstand, som blev modtaget, fik et label på, som dokumenterede vigtig information såsom; mærke, model, alder, funktionelle tilstand (herunder en beskrivelse af eventuelle fejl).

Denne information blev tilføjet til en digital database, som senere kunne analyseres.



FIGUR 29. Genbrugsaktion.

Den 9. december 2018 blev der afholdt et loppemarked i Odense. Her blev de funktionelle produkter, som var blevet indsamlet i løbet af de to indsamlingsbegivenheder, sat til salg. Produkter, som indeholdt data, blev professionelt nulstillet af Refurb, inden de blev sat til salg på loppemarkedet. Produkterne blev solgt på en mini-aktion, hvor alle fik mulighed for at byde. For at give et bud, skulle man på en post-it skrive sit navn, det unikke produkt-ID, samt en foreslået pris, og derefter sætte sin post-it på produktet. Ved aktionens afslutning gik produktet til den højest bydende. Alle post-its blev indsamlet og registreret i databasen.



FIGUR 30. Loppemarked med mini-aktion.

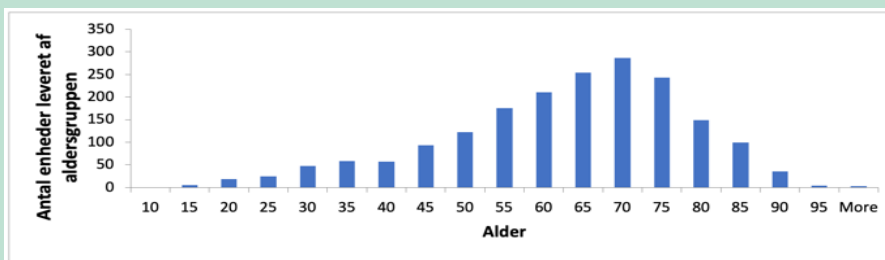
Der blev i alt indsamlet 1974 produkter i løbet af kampagnen. 457 af disse blev solgt på loppemarkedet, hvilket svarer til omkring to-tredjedele af alle produkterne til salg.



FIGUR 31. Loppemarked.

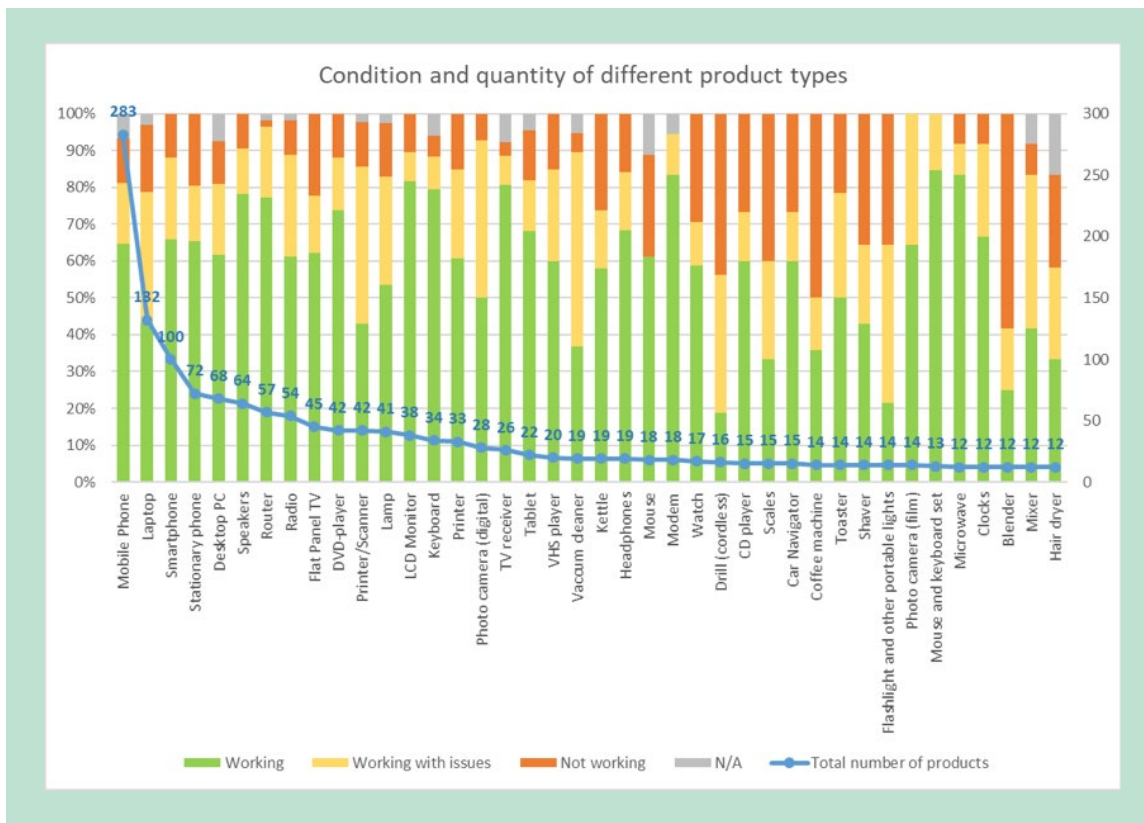
5.4.1 Resultater

Kampagnen kortlagde aldersgrupperne på dem, der indleverede produkter til aktionen og FIGUR 32 viser tydeligt, at fordelingen har et fremtrædende højdepunkt omkring de 70 år. Der er mange faktorer, som kan have indflydelse på dette. For det første blev den primære markedsføring omkring projektet vist på TV2Fyn, som anslås at have ældre seere. For det andet leverede de ældre generationer typisk flere produkter på samme tid, sammenlignet med de yngre generationer. Flere af disse produkter havde været gemt i flere år, og nogle gange i årtier, inden deres ejere endeligt besluttede sig for at skille sig af med dem.



FIGUR 32. Antallet af produkter og alderen på de, som har leveret disse produkter.

De leverede apparater dækker en bred vifte af produktgrupper. FIGUR 33 viser de top-40 mest populære produktgrupper, samt statistikkerne omkring deres funktionelle tilstand.

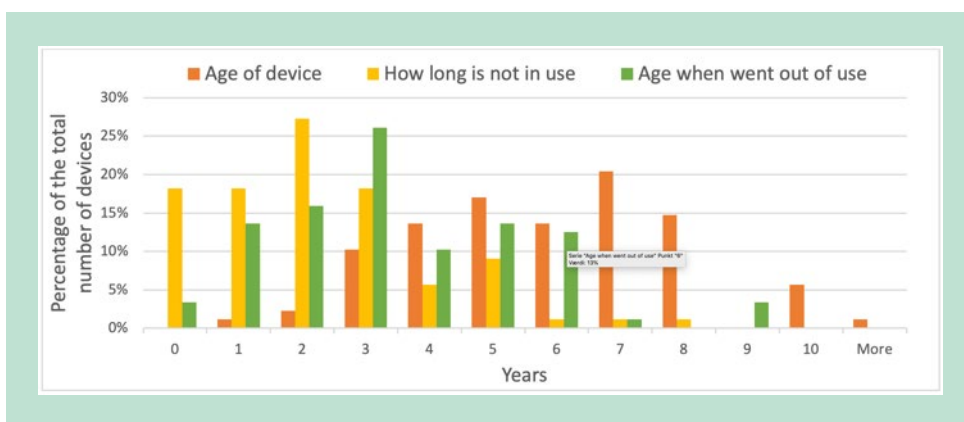


FIGUR 33. Top-40 mest populære produktgrupper og deres typiske tilstand.

Mobiltelefoner er den absolut mest populære kategori, efterfulgt af bærbare computere og smartphones. Tilstanden for de forskellige produktgrupper varierer meget. Eksempelvis virkede modems, højtalere og routere ofte, og her blev næsten ingen ødelagte produkter modtaget. I den modsatte ende af spektret ligger boremaskiner, lamper og blendere, som oftest kun var delvist funktionelle eller helt ødelagte. E-produkter ligger i midten af spektret. Mobiltelefoner, smartphones og stationære computere var statistisk set i funktionel tilstand, mens bærbare computere havde en højere procentdel af enheder med problemer.

Aldersfordeling for de leverede enheder

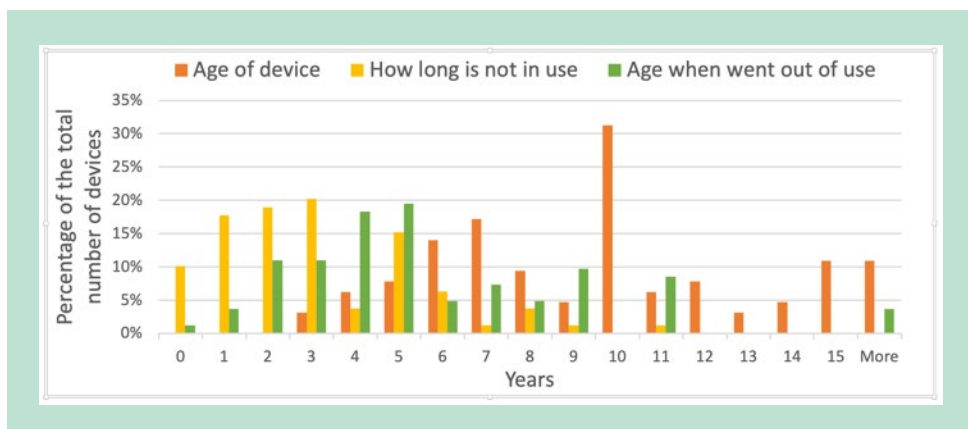
FIGUR 34 viser alderen, dvale-perioden, samt alderen for enhederne da de blev taget ud af brug, sådan som det fordelte sig over smartphones indsamlet i løbet af kampagnen.



FIGUR 34. Fordelingen af produktalder, dvale-periode samt alder for smartphones, da produktet blev taget ud af brug.

Gennemsnittene beregnet ud fra de indsamlede data er:

- Gennemsnitsalder - 5,9 år
- Gennemsnitlig periode, hvor enheden ikke var i brug - 2,3 år
- Gennemsnitlig alder, da enheden blev taget ud af brug - 3,6 år



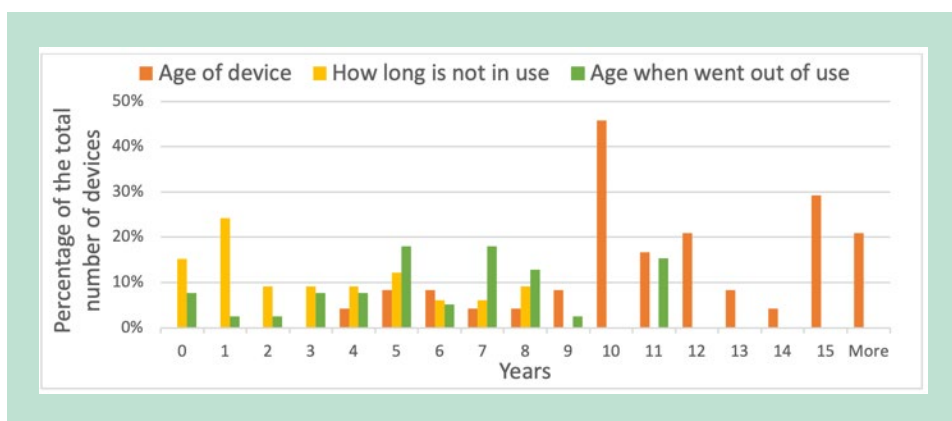
FIGUR 35. Fordelinger for produktalder, dvaletid og alder for bærbare computere, da produktet blev taget ud af brug.

Højdepunktet for alderen på 10 år kan forklares ud fra, at folk sjældent husker, hvor gammel deres enhed nøjagtigt er, og 10 år er det letteste gæt for en gammel computer.

Gennemsnittene beregnet ud fra de indsamlede data er:

- Gennemsnitsalder - 9,8 år
- Gennemsnitlig periode, hvor enheden ikke var i brug - 3,9 år
- Gennemsnitlig alder, da enheden blev taget ud af brug - 5,9 år

En tilsvarende analyse blev også udført for stationære computere:



FIGUR 36. Fordeling af produktalder, dvaletid og alder for stationære computere, da produktet blev taget ud af brug.

I lighed med tilfældet for bærbare computere er der et højdepunkt i enhedsalderen omkring 10 år. Der er en yderligere toppunkt ved 15 år, som kan forklares på samme måde - dette er det mest almindelige gæt for en meget gammel computer, og det kan være svært at huske den nøjagtige alder på noget, du har købt for længe siden.

Gennemsnittene beregnet ud fra de indsamlede data er:

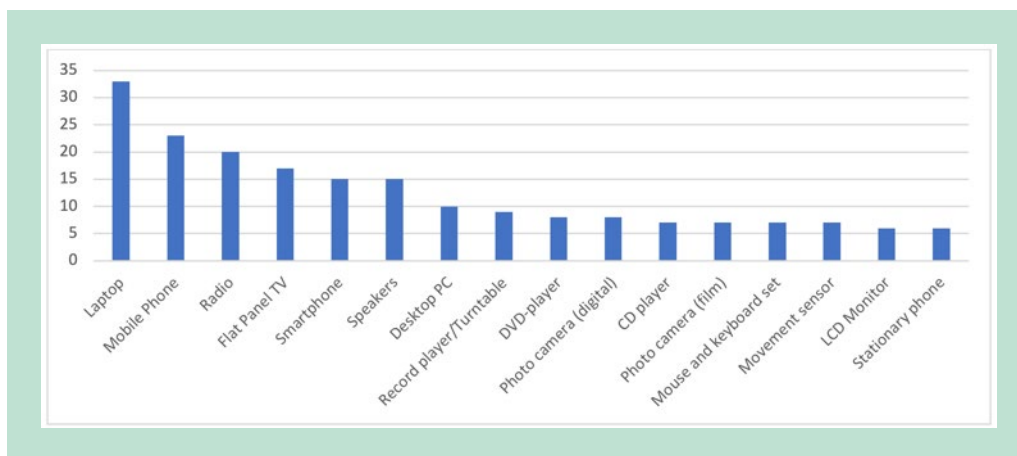
- Gennemsnitsalder - 11,6 år

- Gennemsnitlig periode, hvor enheden ikke var i brug - 4,9 år
- Gennemsnitsalder, da enheden blev taget ud af brug - 6,7 år

Prøven på de modtagne tablets var for lille til at kunne foretage en lignende analyse.

Loppemarkedet

Loppemarkedet, som var dedikeret til brugte e-produkter, genererede en stor interesse fra offentligheden. Allerede før begivenheden var der mere end 50 personer i kø til at bese de indleverede varer. Figuren nedenfor viser de mest populære kategorier for e-produkter og antallet af solgte produkter. Bemærk, at de reelle tal er højere, eftersom nogle købere glemte at lægge den unikke ID-kode på en post-it. Dette resulterede i et tab af data.



FIGUR 37. De mest populære produktkategorier fra loppemarkedet.

Bærbare computere og smartphones var de mest populære kategorier med 100% solgte produkter. Den eneste anden kategori med 100% udsolgte enheder var vinylafspillere. Bærbare computere viste en lignende realiseringsstatistik med mere end 90% af enhederne udsolgt.

5.4.2 Opsamling på undersøgelser om forbrugeradfærd

I projektet er det blevet undersøgt, hvordan forskellige former for incitament, kombineret med en belejlig 'anledning', ville påvirke de privates adfærd omkring genbrugt IT-udstyr, således at relevant udstyr af kommerciel interesse ville blive indleveret til cirkulært genbrug.

Tidligere undersøgelser af elektronik fra genbrugsstationerne har vist, at danskere smider produkter ud, der kunne have levet længere, men at vi samtidig venter alt for længe med at smide produkterne ud, således at elektronikken er forældet og genbrugsmuligheden forringet, hvor produkter ligger i dvale i 4-6 år før de sendes videre i brug. Projektet har derfor undersøgt, hvilke former for udstyr og i hvilken kvalitet, der vil blive indleveret af private, når incitamentet var en korrekt og sikker datahåndtering samt efterfølgende salg på auktion. Som det fremgår af denne rapport, var udstyret som blev indleveret i forbindelse med Frit Lejde aktionen af ældre karakter, ligesom det meste udstyr havde været taget ud af brug i lang tid før det blev indleveret og i mange tilfælde var defekt. Lidt over halvdelen af mobiltelefoner, smartphones og stationære computere var i funktional tilstand, mens under halvdelen af bærbare computere var velfungerende. Derudover viste undersøgelsen, at produkterne ikke havde en høj nok gen-salgsværdi.

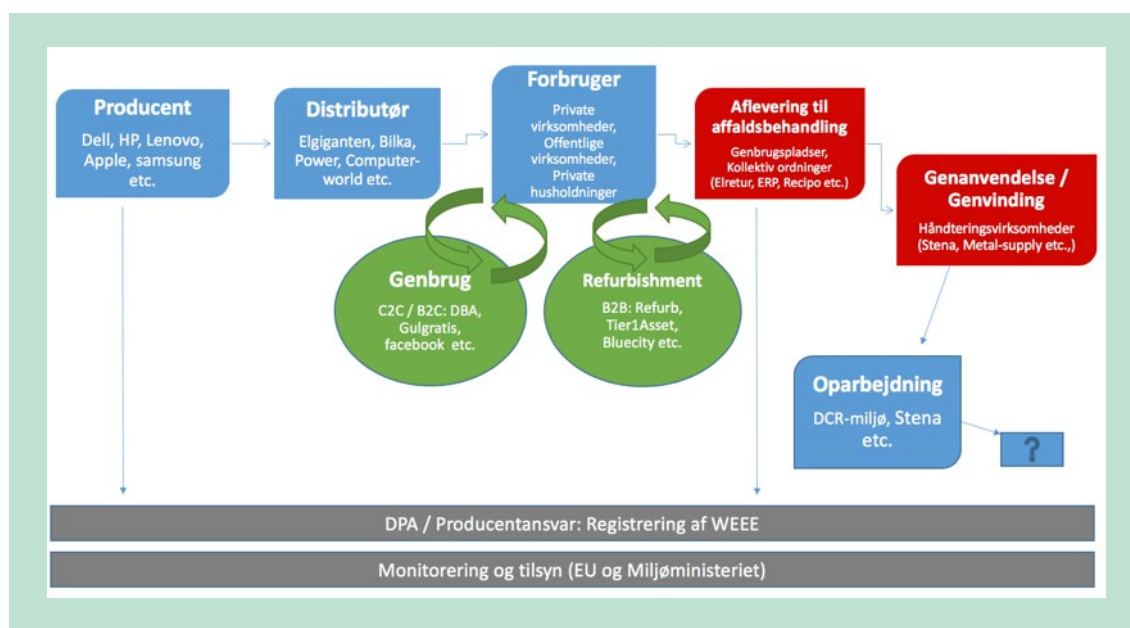
Det følgende afsnit vil derfor gennemgå de muligheder, der er blevet udforsket for cirkulære modeller for øget genbrug af e-produkter, herunder en model med salg fra private til private (C2C) men med Refurb som et mellemlid, der tilbyder serviceydelse og tryghed (C2B2C),

hvilket imødekommer nogle af de store barrierer for cirkulære modeller for elektronik ift. projektets undersøgelser.

5.5 Potentielle forretningsmodeller

Formålet med projektet har været at udforske forskellige muligheder og scenarier for cirkulære forretningsmodeller for Refurb. Den overordnede problemstilling er, at Refurb kan sælge langt flere brugte elektroniske produkter, end de kan få ind. Undersøgelsen har dermed gået på, hvilke muligheder der kan findes for at få flere mennesker til at aflevere deres ubrugte elektroniske produkter, inden de mister for meget værdi og dermed skabe en forretningsmodel for brugte e-produkter.

Generelt er der mange aktører i værdikæden; producenter, distributører, forbrugere, serviceforhandlere, skrothandlere, som illustreret i nedenstående figur:



FIGUR 38. Aktører i værdikæden for genbrugte elektroniske produkter

I projektet er tre segmenter blevet identificeret som potentielle forretningsmodeller:

7. Genbrugsstationer
8. Privatpersoner / enkeltmandsvirksomheder
9. Små virksomheder

5.5.1 Segment 1: Genbrugsstationer (som værdikædesamarbejde)

Genbrugsaktionen ved FRIT LEJDE kampagnen viste, at danskerne i højere grad er villige til at aflevere e-produkter i funktionel og til en vis udstrækning også nyere stand hvis man ved aflevering fx er garanteret sikkerhed for sin data og korrekt håndtering af produkterne end hvis produktet bare smides i et elektronikbur på den lokale genbrugsstation. Alligevel var produkterne, der blev indleveret i kampagnen, hverken i god nok kvalitet eller i store nok mængder til, at det ville være en profitabel forretning for Refurb at indgå i samarbejde med genbrugsstationer til indsamling af elektronik.

Spørgeskemaundersøgelsen undersøgte, hvad danskerne gør med deres gamle telefoner, tablets, bærbare- og stationære computere, når de ikke længere er i brug, og viste, at det primært er stationære computere, som afleveres på genbrugsstationen. Hvorimod telefoner, bærbare computere og tablets for det meste ender på et lager i hjemmet eller sælges/gives videre. Højværdiprodukter afleveres således ikke på genbrugsstationer, som det ser ud i dag. Så

selvom respondenterne i spørgeskemaundersøgelsen valgte den lokale genbrugsstation som foretrukne sted til at aflevere deres gamle e-produkter til istandsættelse, vil det altså i højere grad være tale om produkter af lav værdi, der bliver afleveret her.

Der kan derudover være en problematik i at sammenkæde genbrugsstationer, der i dag primært er en vej til genanvendelse med den direkte genbrug, som refurbingsvirksomheder opererer med. Genbrugsstationer er derfor ikke et godt udgangspunkt for indsamling af elektronik til istandsættelse og projektet har fokuseret på at arbejde videre med andre indsamlingsmuligheder.

Gennem en workshop af muligheder for at inkludere genbrugsstationer fremkom dog andre muligheder for samarbejde med genbrugsstationer, der kan være værdifulde som en kommunikationsplatform, hvor der netop sættes fokus på forskellen på genbrug og genanvendelse og informere om, hvilke typer af elektroniske produkter, der bør afleveres på genbrugsstationer og hvilke andre steder andre typer af produkter kan afleveres samt hvilken stand produkterne skal være i.

En anden samarbejds mulighed kunne ligge i, at andre virksomheder med større fokus på genanvendelse end genbrug indsamler fra genbrugsstationerne og sender de mest interessante produkter eller delkomponenter til Refurb for en aftalt pris. Delkomponenterne er dog kun økonomisk rentable for Refurb, hvis andre har adskilt dem og kan sende dem i større mængder samtidigt.

5.5.2 Segment 2: Privatpersoner

I projektet inkluderer definitionen af privatpersoner også helt små virksomheder og enkeltmandsvirksomheder, da der er mange ligheder ved de to kundetyper for en refurbingsvirksomhed. Der findes dog enkelte forskelle på de to typer, så som relationen til segmentet, forskellige sikkerhedsforanstaltninger, GDPR, garanti osv. Et værditilbud til en privatperson vil derfor potentielt være anderledes, end hvis det gives til erhverv.

En tydelig forskel ligger i begreberne brugtmoms og omvendt moms, der kan have stor betydning for værditilbuddet. Brugtmoms betyder, at en privatperson sparer penge på momsen ved salg til Refurb. Refurb vil kunne betale en højere pris for et modtaget produkt til en privatperson. Når man handler med brugte varer fra private, sker der en regulering af salgsmomsen. Eftersom private forbrugere allerede har betalt moms, da de købte produktet som ny, giver det Refurb muligheden for at købe produktet uden moms, og i stedet kun lægge moms på salget. En salgsmoms beregnes ud fra avancen: $\text{Salgspris} - \text{købspris (den brugte vare)} = \text{avancen}$. Der beregnes 25% af 80% af avancen. Brugtmoms giver således en lidt billigere udsalgspris. Refurb bruger ikke brugtmoms pt, da de endnu ikke praktiserer opkøb fra private.

For at nå privatpersoner med en CØ forretningsmodel er det en forudsætning, at der skabes tryghed og tillid til Refurb via tilgængelige brugeranbefalinger på sider som Trustpilot og andre kundeanbefalingssider. Kunden skal forsikres om, at de vil modtage pengene for det solgte produkt. Sikkerheden skal ligge i brandet Refurb og samtidigt i de kanaler, der anvendes til levering af varen/pengene. Generelt set vil det kunne skabe mere tryghed ved aflevering i en butik med en agent løsning, end på en parkeringsplads med fx en Eco-ATM løsningsmodel.

Forretningsmodel: C2B2C

Man kunne arbejde mod en forretningsmodel, hvor der sker salg fra private til private (c2c) – uden om Refurb. Ved at lægge nogle serviceydelser og agentled (Refurb) ind, vil forretningsmodellen blive C2B2C. Refurb kan tilbyde services, fx certified erasure og storage. Datasletning som service er relevant evt. i kombination med fx upload til dropbox især da projektets undersøgelser viser, at datasikkerhed er en af de vigtigste forudsætninger for at kunne erhverve brugt elektronik fra private.

Den logistiske udfordring med indsamling og opkøb hos private er afgørende for mulighederne for at skabe en rentabel forretningsmodel. Med en løsning, hvor refurbisherens (Refurbs) rolle afgrænses til at være mellemmand fra distancen, kan man formulere flere forretningsmodeller, som er økonomisk rentable eller på anden vis gensidigt interessante for kunderne i begge ender af varekæden – samt for Refurb. Løsningen kan inkorporeres i en profitbaseret forretningsmodel, baseret på en kommissionstanke, hvor køber og sælger betaler et fee pr. maskine, der analyseres. Dertil ligger der en række kommercielle partnerskaber, som kan indarbejdes i flowet, hvor en eventuel tredjeparts softwareløsning til backup udløser et ekstra fee til refurbisheren, som tilbyder servicen.

C2B2C modellens analyseegenskaber er oplagte at implementere på andre platforme for salg af brugt hardware, idet teknologien vil styrke datagrundlaget omkring produkterne og dermed derved skabe en mere informeret transaktion, hvor flere data vil være tilgængelig for køber. Som alternativ til en kommerciel forretningsplan vil C2B2C løsningen også kunne danne grundlag for en donationsmodel, hvor en slutbruger donerer sin PC eller MAC til en ny bruger. Med denne tilgang vil Refurbisheren udstille platform og service gratis, men det er samtidig nemt at forestille sig en sådan løsning finansieret eksternt via sponsorer, som har interesse i at fremme genbrug eller sikre adgang til computere på en sikker og styret måde. Refurb har et 95% færdigt softwareprogram til denne løsning, men har af kommercielle årsager valgt at tilbageholde det fra markedet for nuværende. Der er behov for at undersøge mulighederne for yderligere indhold, funktionalitet og markedskommunikation.

5.5.3 Segment 3: Små virksomheder (færre end 50 elementer)

I dag har Refurb ikke mulighed for at opkøbe fra mindre virksomheder (under 50 medarbejdere), da komplikationerne ved de divergerende produkter pt overskygger det mulige økonomiske potentiale ved refurbishment. Det kan virke forkert, at Refurb ikke kan hjælpe virksomheder i samme størrelsesorden som dem selv og da der eksisterer omkring 14.000 virksomheder med under 100 ansatte er potentialet stort, hvis man kan åbne op for en meningsfuld forretningsmodel.

Udfordringen er, at refurbishment processen for produkter bliver dyrere pr. specifikke produkttype, der skal håndteres jo færre ens produkter, der behandles. Det er dermed dyrere pr produkt at drive 5 produkter igennem ad gangen end 5000 ensartede produkter. Generelt vil det ikke kunne betale sig for Refurb at behandle produkter i mængder mindre end 10 enheder af gangen. Derfor bør mulighederne for et mere automatiseret flow undersøges, for at det kan give mening at arbejde med mindre virksomheder (under 50 ansatte), som fx takeout-buyback modeller.

Takeout-buyback

Takeout-buyback aftaler har ikke taget markedet med storm endnu. Der findes forskellige initiativer, som dokumenteret i afsnit 3.3, men det er endnu ikke en etableret forretningsmodel. Der er dog meget potentiale i en sådan løsning, både for kunden og for refurbishingvirksomheden, hvor prisen for produktet kan falde markant med en sådan ordning. Værditilbuddet kan fx være at give 10% ved binding til udskiftning om 36 måneder, 15% ved udskiftning om 24 måneder.

Udfordringer:

- Der er stor usikkerhed omkring prissætning med så lange tidsperspektiver. Det kan være svært at forudsige, hvad tingene er værd om 36 måneder og der er ikke nok ressourcer hos Refurb til at indhente mere viden om fremtidige prissætninger som det ser ud nu.
- De priser, der fastsættes for produkterne, vil ikke kunne promoveres på nettet, da der vil være nogle konkurrencemæssige problematikker forbundet hermed.

Generelt set for opkøb fra både små virksomheder og privatpersoner, er der problemer forbundet med, at der kan komme mange klager over, at et produkt pludselig har en ridse eller lignende, efter det er sendt til Refurb og at det vil være svært at dokumentere, hvor i logistikken skaden er sket. Ifølge virksomheden EcoATM, som har lignende forretningsmodel, oplever de dog, at kun 2 % sendes tilbage til utilfredse kunder⁵².

5.6 Test af forretningsmodeller

I projektet har der været et ønske om at teste, hvorvidt et økonomisk incitament, kombineret med en beejlig 'anledning', ville påvirke de privates adfærd omkring genbrugt IT-udstyr, således at relevant udstyr af kommerciel interesse ville blive indleveret.

CEPRO-projektet har givet mulighed for at teste, hvilke former for udstyr samt kvaliteten af det, der bliver indleveret af private, når incitamentet var en korrekt og sikker datahåndtering samt efterfølgende salg på auktion. Som det fremgår af denne rapport, var udstyret som blev indleveret i forbindelse med Frit Lejde aktionen af ældre karakter, ligesom det meste udstyr havde været taget ud af brug i lang tid før det blev indleveret og i mange tilfælde var defekt.

Testen af genbrugsstationen som location viste, at der ikke var noget økonomisk potentiale for Refurb at hente i produkter fra en sådan forretningsmodel. Med denne mulighed fjernet blev incitamentet til at foretage en test i en detailhandelsforretning så meget desto større, og i sensommeren 2019 gennemførte vi en test med en større elektronikforhandler for indsamling af elektronikprodukter fra private.

Forhandleren tilbød en "kickback" på op til 1500 kroner for fuldt fungerende maskiner til private forbrugere.

Refurbs rolle i testen var følgende:

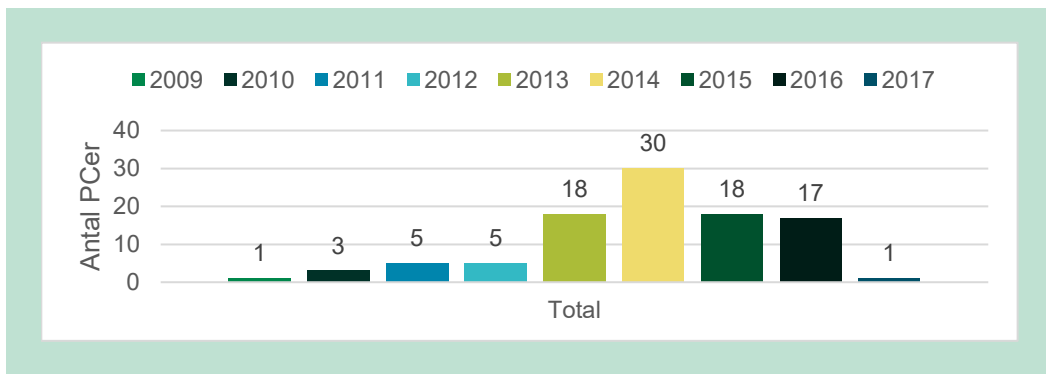
- Modtage og notere, at vi havde modtaget en pakke fra detailkæden.
- Åbne pakken og tjekke at enheden var medsendt og at der ikke er transportskader
- Foretage datasletning, samt analyse via C2B2C løsningen samt registrere data i samarbejdspartnerens database.

Testen gav os mulighed for at teste analyse-softwaren, som var udviklet i forbindelse med arbejdsplan 2, og derudover, fik vi en række afgørende indsigter og var således i stand til at lave en sammenligning mellem det udstyr der blev indsamlet i forbindelse med henholdsvis Trade-in kampagnen, og Frit Lejde kampagnen.

Konklusionen var klar og entydig. Enhederne var mere attraktive end de enheder, der blev indsamlet på genbrugsstationen – de var fuldt eller delvist fungerende, nyere og generelt i bedre stand. Mere eller mindre alle PC'er var fungerende, hvilket også var et krav for at realisere den "kickback" kunderne kunne få i forbindelse med købet af den nye maskine, modsat Frit Lejde kampagnen.

Aldersfordelingen for de indlevede PC'er var som følgende:

⁵² Som beskrevet i afsnit 3.3



FIGUR 39. Aldersfordelingen af indleverede PC'er.

For at fastslå alderen på de testede PC'er, har vi i testen benyttet det årstal CPUen⁵³ blev introduceret. Den alder som PC'erne dermed er anslået til, vil dermed også være et "worst-case scenario", da CPU generationerne typisk løber over 12-18 måneder. Uanset, så viser testen, at PC'erne der blev testet i gennemsnit introduceret i 2013, og dermed ca. max 6-7 år gamle.

Til sammenligning, viste Frit Lejde projektet følgende:

- Gennemsnitsalder - 9,8 år
- Gennemsnitlig periode, hvor enheden ikke var i brug - 3,9 år
- Gennemsnitlig alder, da enheden blev taget ud af brug - 5,9 år

I Trade-in testen var dvaleperioden ikke medregnet eller registreret og antagelsen er, at maskinerne er taget ud af brug med det formål at købe nyt udstyr. Og da det har været fungerende udstyr, antages det ydermere, at de ikke har ligget i dvale forud for indleveringen. Med disse antagelser in mente, er resultaterne nogenlunde sammenstemmende i forhold til en gennemsnitlig PCs alder, når den tages ud af brug. Det afgørende for en cirkulær forretningsmodel for elektroniske produkter er, hvor lang tid der går, inden produktet tages ud af brug, og med de to gennemførte test har vi været i stand til at fastslå, at både "anledning" og økonomiske incitament er afgørende for at opnå den ønskede levetidsforlængelse ved refurbishment.

5.6.1 Datasikkerhed

Projektets undersøgelser har påvist, at datasikkerhed er en barriere ift. at videresælge IT-udstyr for den gennemsnitlige borger. En stor del af de private borgere ved ikke, hvordan de kan dataslette deres brugte enheder og vil ikke sælge enheder videre med data på af frygt for datasikkerhed. Ligeså viser det sig gennem Refurbs dialoger med erhvervs-kunder, at samme princip også i vid udstrækning gælder her.

Af denne årsag har Refurb initieret en yderligere test af en logistikmulighed med gps-trackede bure, der kan imødekomme borgernes og erhvervslivet ønsker til datasikkerhed i en mulig cirkulær model. Refurb har valgt selv at bekoste design og produktion af 20 bure og har i første omgang valgt at teste disse på deres erhvervs-kunder med en forventning om, at hvis testresultaterne er positive, kan denne logistikmulighed overføres til opsamling af privates it-enheder.

De indledende testresultater viser:

- Testen viser sig at løse udfordringen for opkøbskunder, hvad angår usikkerheden omkring, hvorvidt fragtselskaber har haft adgang til de enheder, som transporteres til Refurb A/S

⁵³ CPU er processeren i en PC.

- Testen viser, at pakkevejledningen ikke bliver læst tilstrækkeligt, hvorfor materialet fra tid til anden kan lide skade under transport eller i forbindelse med klargøringen af burene hos opkøbskunden. Der kigges derfor ind i, hvordan vi sikrer, at opkøbskunden bruger burene bedst muligt, uden at kompromittere den kvalitet, enhederne har, når de tages ud af drift, og inden de modtages af Refurb
- Burenes konstruktion vurderes at være for tung og har dermed ikke løst den logistikudfordring, nogle opkøbskunder har i indsamlingsøjeblikket. De er ikke så mobile, at de let og uhindret går over dørtrin eller ind i elevatorer. Dette resultat tages med i forbindelse med bestilling af næste batch transportbure.

5.6.2 Implementering af miljøvurdering på nyt website

Igennem projektet er mulighederne for at påvise miljøbesparelsen ved køb af genbrugt IT i stedet for nyt IT blevet undersøgt. Modellen for beregning af CO₂-besparelsen forbundet med køb af et genbrugt produkt er dog endnu ikke implementeret på Refurbs webshops, da man i Refurbs bestyrelse har en højaktuel diskussion omkring det produktmix, man ønsker at udbyde offline og online. Mobiltelefoner, som er den kategori CO₂-modellen er målrettet, er en af de produktkategorier, som i øjeblikket diskuteres, hvorfor en egentlig implementering afventer beslutningen omkring produktkategoriens salgskanaler fremadrettet. Når en beslutning omkring produkter er truffet vil projektpartnerne i samarbejde udvikle modellen yderligere til at matche det aftalte behov.

5.6.3 Test af Leje/Leasing-model

Refurb har ønsket at teste muligheden for at indføre leje- eller leasingaftaler som ny forretningsmodel. I forbindelse med undersøgelserne udført i projektet er en række leasing tests med eksisterende kunder blevet undersøgt. Testene har været gennemført for at udforske muligheder og udfordringer for korttidsleje og hvordan en sådan løsning ville blive modtaget af kunderne.

Definitioner "brugte varer", "leje" og "leasing"

Brugte varer: Ved brugte varer forstås løsøregenstande, der kan genanvendes i den foreliggende stand, evt. efter reparation. Det er dog en betingelse, at varen bevarer sin identitet. Se Momsloven ML § 69, stk. 3⁵⁴. En vare anses normalt som brugt, når den er taget i brug. Varer, der ikke har været taget i brug, kan dog i visse tilfælde anses for "brugte varer". Det gælder fx varer, der har været ejet af privatpersoner. Det afgørende er her, at varen har været solgt til endeligt forbrug, og der dermed er blevet betalt moms af varen ved et tidligere salg, uden at denne moms kunne fradrages⁵⁵

Med begreberne for Leje / Leasing findes der ikke nogen dansk definitionsforskel på de to ord; Leasing er det engelske ord for leje og bruges i højere og højere grad i det danske sprog, særligt i forbindelse med leje/leasing af biler. I IT-regi er der forskellige tolkninger og da der ikke er nogen standard for, hvornår noget er det ene eller det andet, er der mange virksomheder, der benytter begge begreber i beskrivelser af deres forretningsmodel. Dette ses fx hos computer-leasing.dk, hvor "leasing" indgår i virksomhedens navn og i alle deres rubrikker på hjemmesiden, men i brødteksten skriver man "leje".

Grundlæggende to forskellige leasing-former:

- Finansiell leasing: Aftale om løbende månedlige afdrag og om at købe den leasede genstand efter leasingaftalens ophør. Regnskabsmæssigt behandles en finansiell leaset genstand som et aktiv.

⁵⁴ <https://danskelove.dk/momsloven/69>

⁵⁵ <https://skat.dk/skat.aspx?oid=2049361>

- Operationel leasing: Aftale om leje af en genstand uden krav om at købe genstanden ved leasingaftalens ophør. Regnskabsmæssigt behandles operationel leasing som en driftsoms-kostning⁵⁶

MAR-licensen

Refurb er MAR-licenseret – Microsoft Authorized Refurbisher. Microsoft har i deres MAR-aftale specificeret, hvad man som MAR-licenseret refurbisher må ift. leasing:

“Device Leases: New to the MAR Program this year, Refurbishers can rent or lease Qualified Customer Systems to End Users (“Lessees”). You must enter into a written lease agreement (“Lease”) with each Lessee that meets the following minimum requirements:

- *The Lease must be for a term of at least six consecutive months;*
- *The Lessee must make payments over the term of the Lease;*
- *The Lessee cannot terminate its payment obligations; and*
- *At the end of the Lease, the Lessee must renew the Lease, purchase the Qualified Customer Systems or return them to Refurbisher.*
- *Any returned Qualified Customer System must include the COA, or the DPK and GML for OA 3.0 Products. You may not return the COAs for credit or receive credit for DPKs. You must destroy, and keep records of the destruction of, any returned COAs or Recovery Media.”*

Case: VM i sejlsport

I tilfælde af, at der er erhvervs-kunder, der ønsker en leasingaftale med brugte enheder fra Refurb, har Refurb indgået en aftale med Grenke, www.grenkeleasing.dk, der står for det praktiske vedr. leasing-aftalen. Testforsøgene har været karakteriseret ved at udforske muligheder og udfordringer for korttidsleje og desværre var ingen af kunderne interesserede i længere leje-aftaler (svarende til min. seks måneder i hht. MAR-aftalen), derfor blev testene udført som Take Back-ordninger, hvor Refurb først solgte et antal enheder til en kunde med en aftale om dernæst at købe enhederne tilbage efter et givent antal uger til en fast aftalt pris. En af kunderne i Take Back-testen var VM i Sejlsport.

Refurb blev kontaktet af Aarhus Event, der var projektledere på det storstilede event VM i sejlsports 2018. Bæredygtighed spillede en central rolle i VM i sejlsport, som skriver således på deres hjemmeside: *“Når Aarhus 2018 slår dørene op til sejlsport og maritim folkefest i verdensklasse, så står bæredygtighed højt på dagsordenen. Miljøet er afgørende for sejlsporten. Det internationale sejlsportsforbund World Sailing har en målsætning om, at sejlsport ikke skal have negativ indflydelse på miljøet. Aarhus 2018 ønsker at være eksponent for denne vision”*⁵⁷.

VM i Sejlsport ønskede en ordning, hvor de i en kort periode kunne få adgang til 25 brugte bærbare computere. Refurb og VM i Sejlsport blev enige om følgende aftale:

1. Der oprettes en salgsordre til kunden med de 25 enheder, som kunden ønsker at købe.
2. Salgsordren med maskinerne behandles og sendes til kunden:
 - a. Varerne plukkes fra lager
 - b. Hardware opgraderes og windows styresystem installeres
 - c. Varen godkendes i systemet ProductAnalyzer
3. Der oprettes samtidig en købskontrakt med lovning på, at Refurb køber de samme 25 maskiner tilbage efter 60 dage.

⁵⁶ <https://modst.dk/oekonomi/oeav/bevillingsregler/2-dispositioner-over-givne-bevillinger/24-saerligt-om-udgifter/2410-leje-leasing/>

⁵⁷ <https://www.aarhus2018.dk/baeredygtighed/>

4. Refurb køber varerne tilbage til den aftalte pris oplyst i købskontrakten 60 dage efter salget.
5. Varerne gøres parat til salg igen:
 - a. Modtages og segmenteres
 - b. Hardware diagnosticeres og data slettes
 - c. Varerne føres på lager og sættes til salg på www.refurb.dk

Arbejdet med arbejdsplan 5, og særligt hvad angår test af leje/leasing model, har vist sig at være mere kompliceret end som så, da Refurb som Microsoft Authorized Refurbisher (MAR) ikke har lov til at lave korttidsleje eller leasing af udstyr, som er licenseret med MAR licenser. Refurb arbejder derfor med alternative modeller.

Der er taget kontakt med den globale og daglige ansvarlige for MAR programmet og i forsøg på den vej igennem at danne et indtryk af, hvorvidt der er udsigt til, at Microsoft "bløder op" på restriktionerne, hvad angår korttidsleje. Derudover undersøges mulighederne og det lovmæssige i at stifte et datterselskab, som køber maskinerne af Refurb for derefter at lease/leje udstyret til kunden. Hvorvidt denne model er i overensstemmelse med Microsofts beskrivelser, er fortsat uafklaret, men rent juridisk er der ikke nogen grund til, at det ikke skulle kunne lykkes.

I Q6 er udarbejdet en strategi for testen og der bliver i starten af 2020 taget stilling til, hvordan vi opnår resultater, som kan være med til at vurdere potentialet for en leje/leasing model.

6. Konklusion

Analysen af det danske marked for brugte e-produkter estimerer, at 115.000 smartphones og 40.500 bærbare computere handles på C2C portalen DBA.dk hvert år. Analysen indikerer ydermere, at der i de kommende år vil komme 1,95 millioner bærbare computere og 2,35 millioner smartphones til rådighed hos private – der kunne levetidsforlænges gennem et nyt cirkulært loop. Dette repræsenterer en kæmpe mulighed for danske refurbishingvirksomheder, der oplever en flaskehalsituation i deres forsyning af e-produkter ift. efterspørgsel fra både private og virksomheder.

Projektets undersøgelser har vist, at størstedelen af de e-produkter, der tages ud af brug hos private, vil kunne indgå i et cirkulært loop gennem en refurbishingvirksomhed eller ved at blive videresolgt gennem en C2C markedsplads. Modeller, der blev taget ud af brug for mange år siden, sælges stadig på DBA, men e-produkterne ender i vid udstrækning i dvale hos brugeren i stedet for at blive taget i brug igen via brugte markedspladser eller refurbishing virksomheder. Fastlåste vaner og antagelser hos forbrugerne, forhindrer dem i at udnytte ressourcerne i deres udtjente produkter i nye cirkulære loops. Undersøgelserne viser, at brugernes grunde til at opbevare gamle e-produkter i "pulterkammeret" dels bygger på en antagelse om, at produktet er værdiløst, og dels på, at brugeren er bekymret for datasikkerheden ved at videresælge produktet. Den potentielle fortjeneste ved videresalg kompenserer ikke nødvendigvis for det arbejde og usikkerhed, der måtte være i datasletning og salg. I forhold til at købe brugte e-produkter, mener brugerne, at prisen på de brugte/refurbede produkter ofte er så tæt på den oprindelige pris, at det ikke kan betale sig ift. den usikkerhed for kvaliteten, der ligger i at købe brugt.

Refurb har ønsket at teste muligheden for at indføre leje- eller leasingaftaler som ny forretningsmodel. I forbindelse med undersøgelserne er en række leasingtests med eksisterende kunder blevet undersøgt med sigte på at udforske muligheder og udfordringer for korttidsleje og afdække, hvordan en sådan løsning ville blive modtaget af kunderne. Der er også testet Take Back modeller, hvor Refurb først solgte et antal enheder til en kunde med en aftale om derefter at købe enhederne tilbage efter et givet antal uger til en fast aftalt pris.

I lyset af disse undersøgelser har projektet ført til udvikling af en software, som kan produktanalysere enheder hos kunden for på den måde at reducere den "informationsasymmetri", som eksisterer på markedet mellem køber og sælger. Softwaren scanner og analyserer hardwaren og udarbejder en komplet specifikation på de enkelte enheder. Softwareprogrammet er i dag 95% færdigt men endnu ikke officielt lanceret på markedet, da der er behov for at undersøge mulighederne for yderligere indhold, funktionalitet og markedskommunikation. Dette vil ske i løbet af 2020.

Projektet har lagt grunden for en fremtidig udvidelse af refurbishing-markedet i Danmark og vil i årene fremover danne baggrund for yderligere initiativer inden for levetidsforlængelse af elektronikprodukter hos partnerne og andre aktører inden for refurbishment og forskning.

7. Referencer

Alcaraz, M.L., Noshadravan, A., Zgola, M., Kirchain, R.E., Olivetti, E.A., 2018. Streamlined life cycle assessment: A case study on tablets and integrated circuits. *J. Clean. Prod.* 200, 819–826. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.273>

Andrae, A.S.G., 2016. Life-Cycle Assessment of Consumer Electronics: A review of methodological approaches. *IEEE Consum. Electron. Mag.* 5, 51–60. <https://doi.org/10.1109/MCE.2015.2484639>

Ardente, F., Talens Peiró, L., Mathieux, F., Polverini, D., 2018. Accounting for the environmental benefits of remanufactured products: Method and application. *J. Clean. Prod.* 198, 1545–1558. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.012>

Arushanyan, Y., Ekener-Petersen, E., Finnveden, G., 2014. Lessons learned – Review of LCAs for ICT products and services. *Comput. Ind.* 65, 211–234. <https://doi.org/10.1016/j.com-pind.2013.10.003>

Bakker, C., Wang, F., Huisman, J., den Hollander, M., 2014. Products that go round: exploring product life extension through design. *J. Clean. Prod.* 69, 10–16. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.01.028>

Bartlett, C., Eatherley, D., and Hussey, C. (2012) A review of corporate wear arisings and opportunities. Report by Oakdene Hollins for UK WRAP

Bartlett, C., McGill, I. and Willis, P. (2013) Textiles flow and market development opportunities in the UK. Report by Oakdene Hollins for UK WRAP

Cook, G., Jardim, E., 2017. Guide to Greener Electronics 2017. Washington, D.C.

Coughlan, D., Fitzpatrick, C. and McMahon, M. (2018) 'Repurposing end of life notebook computers from consumer WEEE as thin client computers – A hybrid end of life strategy for the Circular Economy in electronics', *Journal of Cleaner Production*. Elsevier Ltd, 192, pp. 809–820. doi: 10.1016/j.jclepro.2018.05.029.

Deng, L., Babbitt, C.W., Williams, E.D., 2011. Economic-balance hybrid LCA extended with uncertainty analysis: Case study of a laptop computer. *J. Clean. Prod.* 19, 1198–1206. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.03.004>

Ecofys, Quantis, Bio Intelligence Service, 2013. ICT footprint: Pilot testing on methodologies for energy consumption and carbon footprint of the ICT-sector. Brussels. <https://doi.org/10.2759/94701>

Ellen MacArthur Foundation (2015). Potential for Denmark as a circular economy: Delivering the circular economy – a toolkit for policymakers.

Ellen MacArthur Foundation (2015). Towards the Circular Economy : Economic and business rationale for an accelerated transition.

Ellen MacArthur Foundation. (2018). "Circular Economy." Retrieved February 28, 2018, from <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy>.

Ercan, M., Malmodin, J., Bergmark, P., Kimfalk, E., Nilsson, E., 2016. Life Cycle Assessment of a Smartphone, in: Proceedings of ICT for Sustainability 2016. Atlantis Press, Paris, France, p. 10. <https://doi.org/10.2991/ict4s-16.2016.15>

Euromonitor International. Consumer electronics in Denmark. Retrieved from <http://www.euromonitor.com/>

European Commission (2015). Communication COM (2015) 614/2: Closing the Loop—an EU Action Plan for the Circular Economy.

Ghisellini, P., C. Cialani and S. Ulgiati (2016). "A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems." *Journal of Cleaner Production* 114: 11-32.

Kang, T., 2018. www.counterpointresearch.com: <https://www.counterpointresearch.com/surprising-growth-used-smartphones/>.

Kasulaitis, B. V., Babbitt, C.W., Kahhat, R., Williams, E., Ryen, E.G., 2015. Evolving materials, attributes, and functionality in consumer electronics: Case study of laptop computers. *Resour. Conserv. Recycl.* 100, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.03.014>

Larsson, M. (2018). The Circular Economy and Business Challenges. *Circular Business Models*: 27-39.

Lewandowski, M. (2016). "Designing the Business Models for Circular Economy—Towards the Conceptual Framework." *Sustainability* 8(1).

Linder, M. and M. Williander (2017). "Circular Business Model Innovation: Inherent Uncertainties." *Business Strategy and the Environment* 26(2): 182-196.

Manninen, K., S. Koskela, R. Antikainen, N. Bocken, H. Dahlbo and A. Aminoff (2018). "Do circular economy business models capture intended environmental value propositions?" *Journal of Cleaner Production* 171: 413-422.

Makov, T., Font Vivanco, D., 2018. Does the Circular Economy Grow the Pie? The Case of Rebound Effects From Smartphone Reuse. *Front. Energy Res.* 6, 39. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2018.00039>

Moberg, Å., Borggren, C., Ambell, C., Finnveden, G., Gulbrandsson, F., Bondesson, A., Malmodin, J., Bergmark, P., 2014. Simplifying a life cycle assessment of a mobile phone. *Int. J. Life Cycle Assess.* 19, 979–993. <https://doi.org/10.1007/s11367-014-0721-6>

MST (2016). Forbrugeradfærd: Kvantitativ og kvalitativ analyse af forbrugernes håndtering af elektronikaffald

Ministry of Environment and Food of Denmark (2017). The Advisory Board for Circular Economy's Recommendations to the Government.

Parajuly, K. (2017). *Circular Economy in E-Waste Management: Resource Recovery & Design For End-of-Life*. PhD, University of Southern Denmark.

Parajuly, K. and H. Wenzel (2017a). "Product Family Approach in E-Waste Management: A Conceptual Framework for Circular Economy." *Sustainability* 9(5): 768.

Parajuly, K. and H. Wenzel (2017b). "Potential for circular economy in household WEEE management." *Journal of Cleaner Production* 151(C): 272-285.

Proske, M., Clemm, C., Richter, N., 2016. *Life Cycle Assessment of the Fairphone 2*. Berlin.

Rizos, V., A. Behrens, W. van der Gaast, E. Hofman, A. Ioannou, T. Kafyeke, A. Flamos, R. Rinaldi, S. Papadelis, M. Hirschnitz-Garbers and C. Topi (2016). "Implementation of Circular Economy Business Models by Small and Medium-Sized Enterprises (SMEs): Barriers and Enablers." *Sustainability* 8(12).

Singh, J. and I. Ordoñez (2016). "Resource recovery from post-consumer waste: important lessons for the upcoming circular economy." *Journal of Cleaner Production* 134: 342-353.

Suckling, J., Lee, J., 2015. Redefining scope: the true environmental impact of smartphones? *Int. J. Life Cycle Assess.* 20, 1181–1196. <https://doi.org/10.1007/s11367-015-0909-4>

van Loon, P., C. Delagarde and L. N. Van Wassenhove (2017). "The role of second-hand markets in circular business: a simple model for leasing versus selling consumer products." *International Journal of Production Research* 56(1-2): 960-973.

Van Straalen, V.M, Roskam, A.J., & Baldé, C.P. (2016). *Waste over Time* [computer software]. The Hague, The Netherlands: Statistics Netherlands (CBS). Retrieved from: <http://github.com/Statistics-Netherlands/ewaste>

Watson, D., A. C. Gylling, N. Tojo, H. Throne-Holst, B. Bauer and L. Milios (2017). *Circular Business Models in the Mobile Phone Industry*. Copenhagen.

Ylä-Mella, J., Keiski, R. L. and Pongrácz, E. (2015) 'Electronic waste recovery in Finland: Consumers' perceptions towards recycling and re-use of mobile phones', *Waste Management*. Pergamon, 45, pp. 374–384. doi: 10.1016/J.WASMAN.2015.02.031.

Zink, T., Geyer, R., 2017. Circular Economy Rebound. *J. Ind. Ecol.* 21, 593–602. <https://doi.org/10.1111/jiec.12545>

8. Bilag

Bilag 1. Circular business models in the e-product sector

Generally considered to be a more sustainable alternative to the current industrial system, the circular economy (CE) is a model that relies on design and system-wide innovation to reduce waste and the associated negative impacts, and that builds economic, natural and social capital (Ellen MacArthur Foundation 2018). Recent years have witnessed a growing discussion around this topic with governmental and private sectors embracing the paradigm shift in their policies and business strategies. The European Union, which sees the transition towards a more circular system as an opportunity, has formulated an action plan to ensure a sustainable competitive advantage for Europe (European Commission 2015).

In Denmark, an Advisory Board for Circular Economy has been formed with the aim of planning and guiding the transformation of Danish industries towards CE (Ministry of Environment and Food of Denmark 2017). The board has identified its objectives, which include a boost in material recycling (to 80%) and reduction of waste (15%) by year 2030. A report suggests that the CE in Denmark can lead to an increase of GDP by 1.4%, add up to 13,000 jobs and reduce the consumption of virgin resources by up to 50% by 2035 (Ellen MacArthur Foundation 2015). The report also highlights, by 2035, the potential for creating a net value of up to €400 million in the sector of 'reuse and high-value recycling of components and materials' and 're-manufacturing and new business models'.

The benefits of CE have been widely accepted in several business sectors. It is especially deemed relevant for electrical and electronic products (e-products) because of their shortening lifespan and use of important resources such as critical metals in these products (Parajuly 2017). The potential for implementing circular models in the lifecycle management of e-products has been explored – including technological, socio-economical and legislative perspectives (Ghisellini, Cialani et al. 2016, Singh and Ordoñez 2016, Parajuly and Wenzel 2017). Despite the claimed potential and benefits and all the discussion about the CE, there are not many examples of successful businesses in the e-sector.

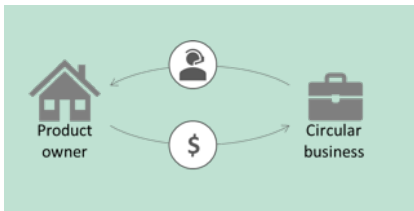
This study aims to identify possible CE business models which can be successfully used in the e-product sector and evaluate the potential for implementation of these models.

Bilag 1.1 Identification and overview of potential CE business models

Conventional 'linear' business models are largely based on flows of virgin material in which product values are added through manufacturing and user behavior. Circular Business Models (CBMs) seek to create value by utilizing the economic value retained in products after use. It is therefore based on a closed-loop supply chain that includes reuse of EoL products and components (repair/refurbishment and remanufacturing) and recovery & reuse of materials (recycling).

The following business models were identified:

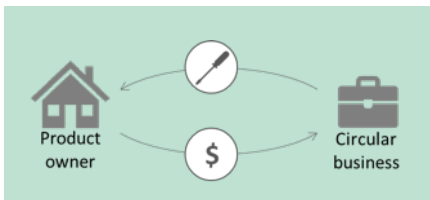
- Service/helpdesk (FIGUR 40)



FIGUR 40. Service/helpdesk business model scheme.

Helpdesk is a provision of information support to a product owner through the internet, phone, email and other means of remote communication for a financial remuneration.

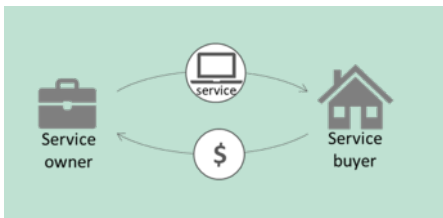
- Product life extension (FIGUR 41)



FIGUR 41. Product life extension business model scheme.

Product life extension is a service where a product owned by a customer gets updated – both, on software and hardware levels – by a qualified person for a fee.

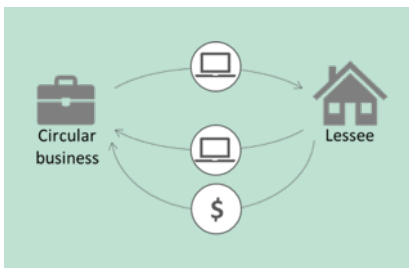
- Product service system (FIGUR 42)



FIGUR 42. Product service system business model scheme.

Product service system implies a provision of a product as a service. The product itself is owned by the company and the buyer is paying for the functionality provided by the service.

- Leasing (FIGUR 43)



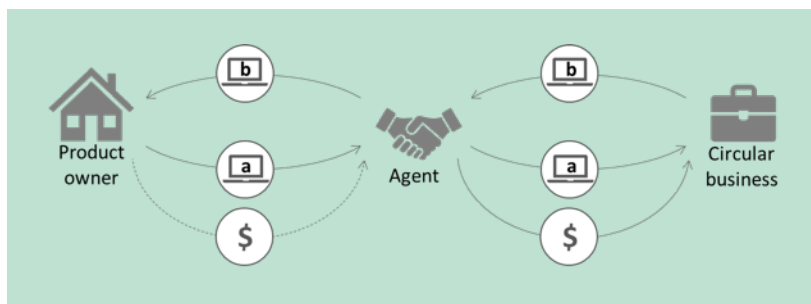
FIGUR 43. Leasing business model scheme.

Leasing – provision of a product for use for a regular payment. The leased product remains the property of a company-lessor and being returned after the leasing agreement ends.

- Acquisition models

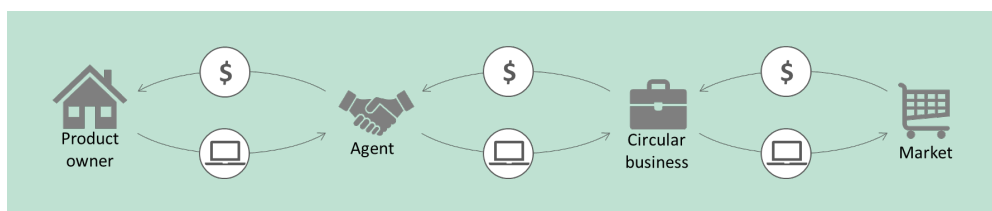
There are three main schemes to acquire products from private customers:

1. Swapping – replacing an old product customer owns with a refurbished one (FIGUR 44)



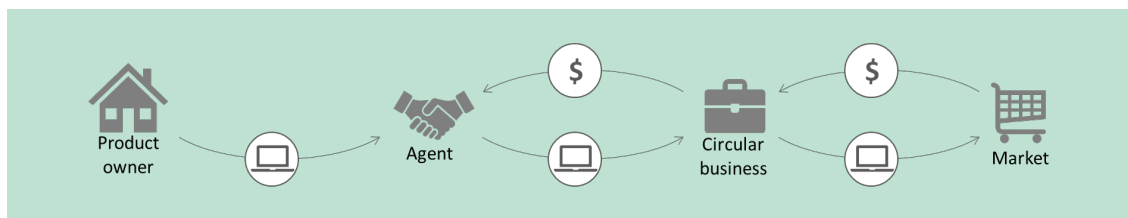
FIGUR 44. Swapping business model scheme.

2. Buying – buying a product from a customer (FIGUR 45)



FIGUR 45. Buying business model scheme.

3. Receiving – acquiring a product from a customer for free; donation (FIGUR 46)



FIGUR 46. Receiving business model scheme.

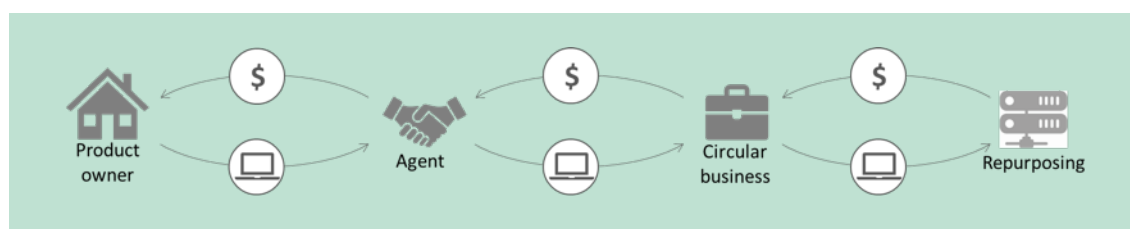
In all specified acquisition models there is a need for an established reverse logistics system. In most of the cases, there will be an intermediate agent needed to maintain the flow of the products and provide collection services. The table below represents the possible ways of collection as well as agents involved.

TABEL 111. Acquisition methods and agents involved.

Acquisition method	Description	Possible agents involved
Private bringing	The user brings the product himself	
Sending by package	The user is printing out a label and sending the product by post	Post Nord

Bringing to a recycling center	The user brings the product to a recycling center	Waste management companies Recyclers
Bringing to a shop	The user brings his product to a shop	Grocery chains (Coop, REMA 1000, Netto etc.) Electronics shops (Elgiganten etc.)
Collection through partners' logistics services	Products being acquired by partners which have free space in their trucks	Delivery companies (GLS, DAO, Post Nord, DHL, HjemIs etc.)
Dedicated door-to-door collection	A dedicated service where specialized cars are collecting products from users	Car rentals

- Repurposing (FIGUR 47)



FIGUR 47. Repurposing business model scheme.

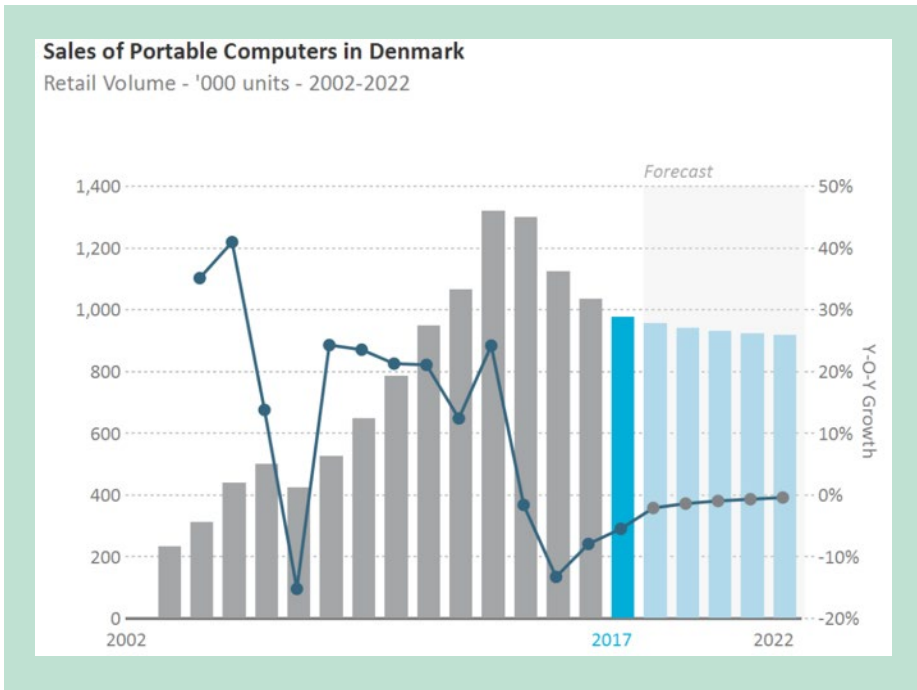
In some of the cases products could be repurposed. For example, laptops could be used as thin client computers (Coughlan, Fitzpatrick and McMahon, 2018).

Bilag 1.2 Evaluation of the potential for CE business models

Flows of e-products in Denmark: PoM, stock, waste generated

The sales of mobile phones, laptops and tablet were obtained through Euromonitor International. The data on sales there is calculated using a variety of sources including official channels (Eurostat etc.), trade associations (BFE Trade Association for Consumer Electronics etc.) and trade press (Computer World etc.).

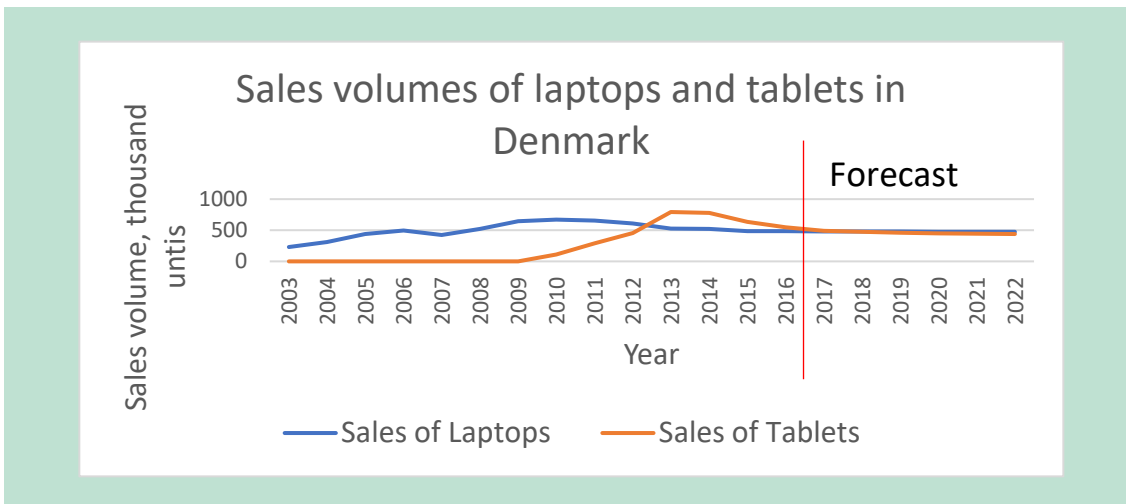
FIGUR 48 is showing the sales of portable computers in Denmark including laptops and tablets from 2003 and the forecast for the next 5 years.



FIGUR 48. Historical sales of portable computers in Denmark and a forecast for the next five years (Euromonitor International).

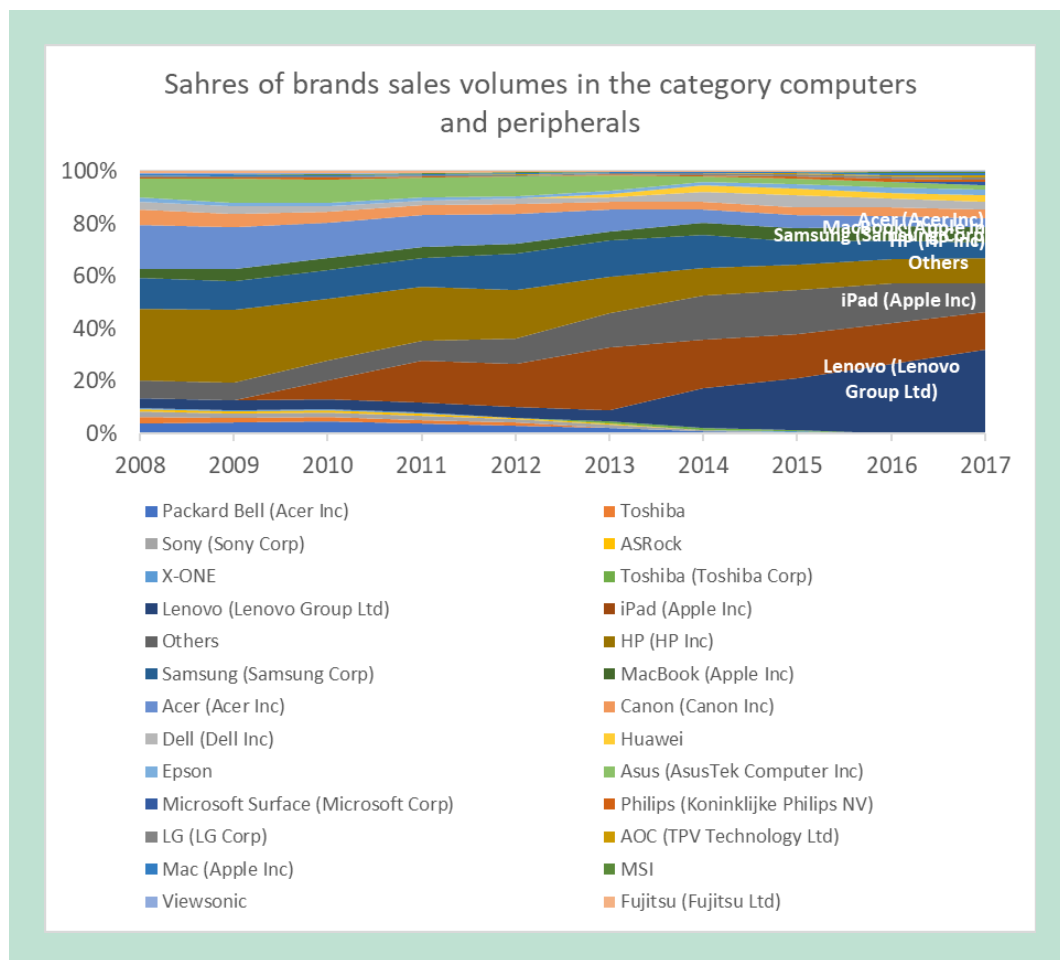
It is possible to see the sales peaking in 2013 and reducing since then. In the future sales volumes are expected to stabilize around 900 thousand units a year.

When looking at the sales volumes of laptops and tablets separately, it can be seen that when tablets just entered the market, they cannibalized the market of laptops (see FIGUR 49). Sales of tablets peaked in 2013 and were decreasing since then due to saturation of the market. In 2017 sales of laptops and tablet computers in Denmark were almost the same – 482 thousand units and 493 thousand units correspondingly. In the future it is predicted that sales of tablets will be decreasing but only slightly and the market of portable computers will stabilize around 50:50 distribution between tablets and laptops.



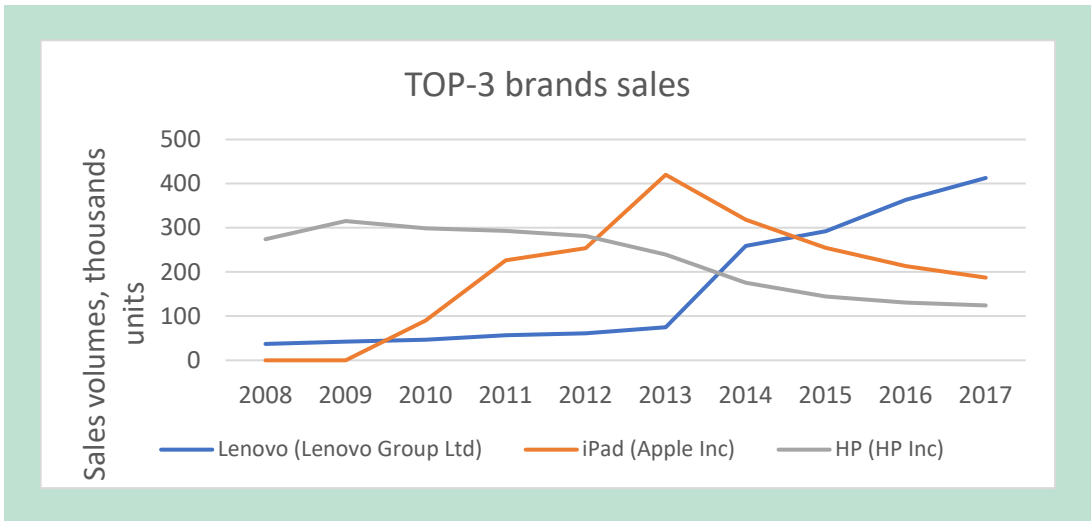
FIGUR 49. Historical sales of laptops and tablets in Denmark and a forecast for the next five years.

Looking at shares of different brands in total sales volumes of computers and peripherals, it can be seen that Lenovo ranks first with around 32% of the market in 2017 (FIGUR 50). The second biggest brand in Denmark is iPad from Apple with 14% of the market. It is important to note here that the figure represents sales by brand and not by company. Thus, Apple represented in there 3 times: with iPad tablets (14%), MacBook laptops (6%) and Mac desktop computers (1%).



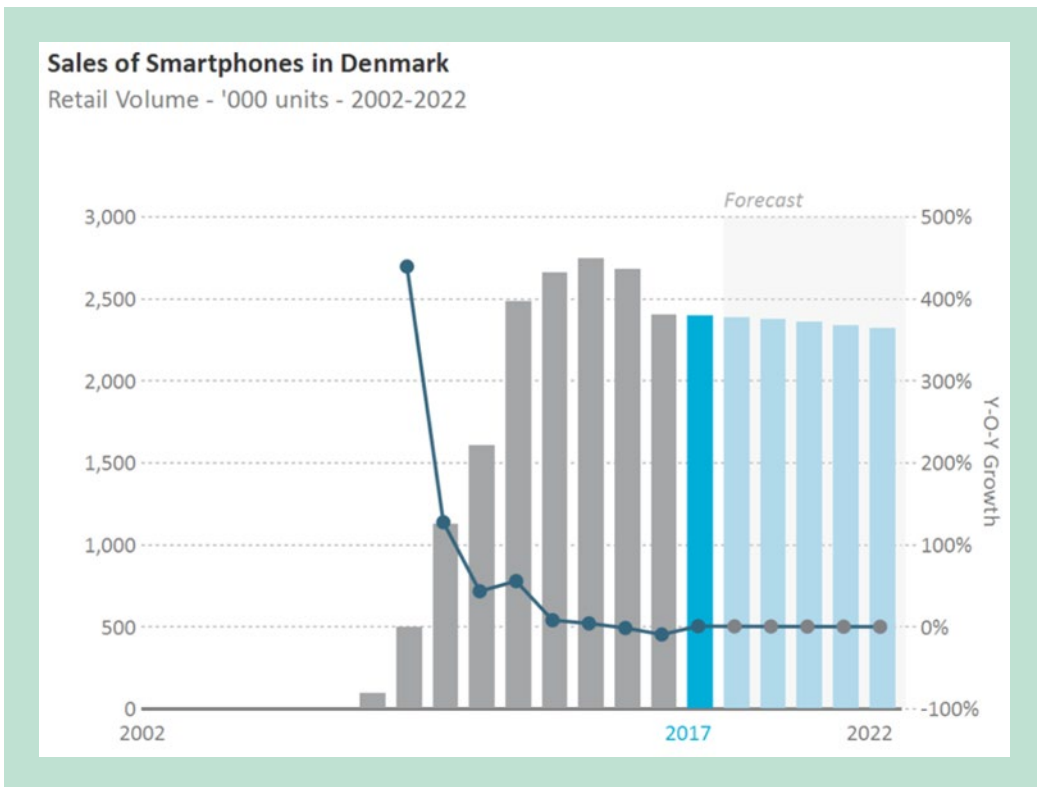
FIGUR 50. Brands shares in the category “Computers and peripherals”.

Sales of TOP-3 brands are presented in FIGUR 51 and showing very different dynamics. Sales of HP are decreasing for 8 straight years. Sales of Lenovo are featuring the opposite trend and constantly growing since 2008. Starting from 2013 sales surged and increased by staggering 453% in 4 years. iPads sales had a period of fast growth, peaked in 2013 and were decreasing since.



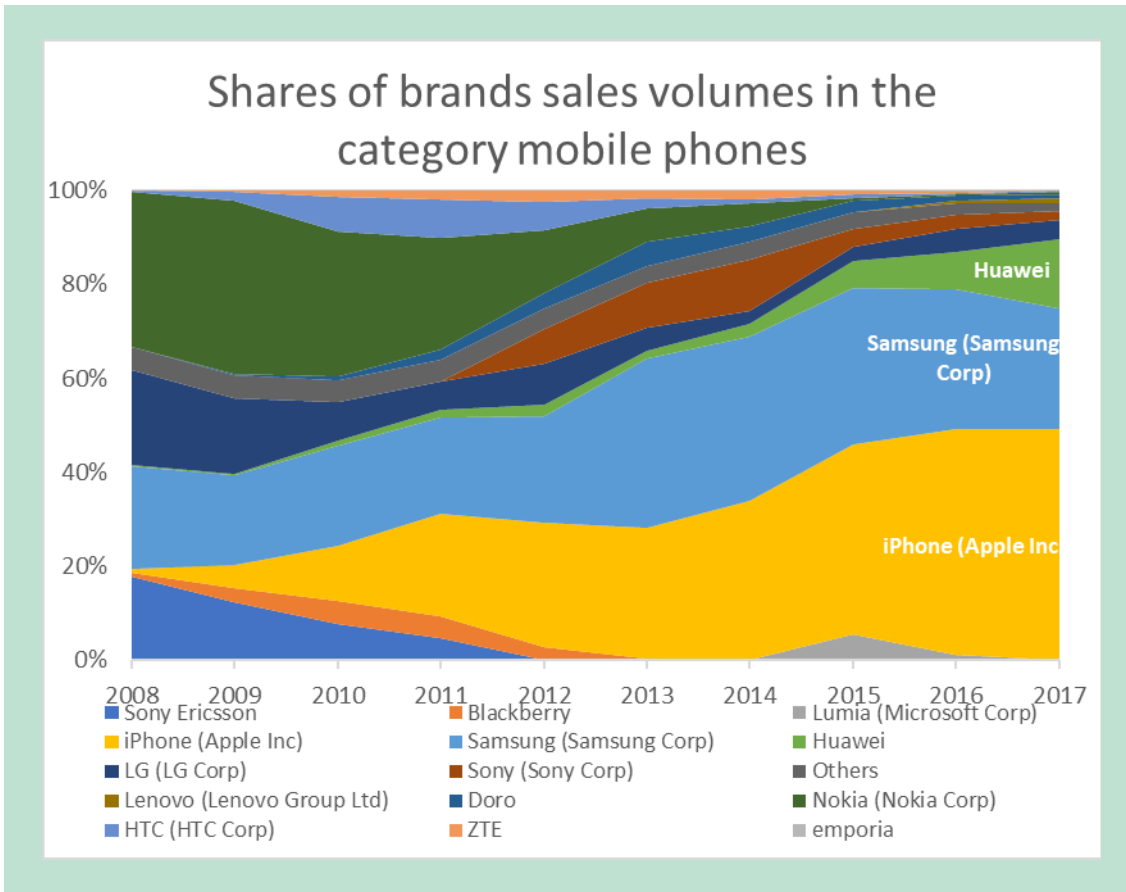
FIGUR 51. Historical sales of TOP-3 brands of portable computers on the Danish market.

Historical sales of smartphones in Denmark and the forecast for the next 5 years are presented in FIGUR 52. The sales are expected to stabilize around 2 300 thousand units mark in the future indicating the market saturation.



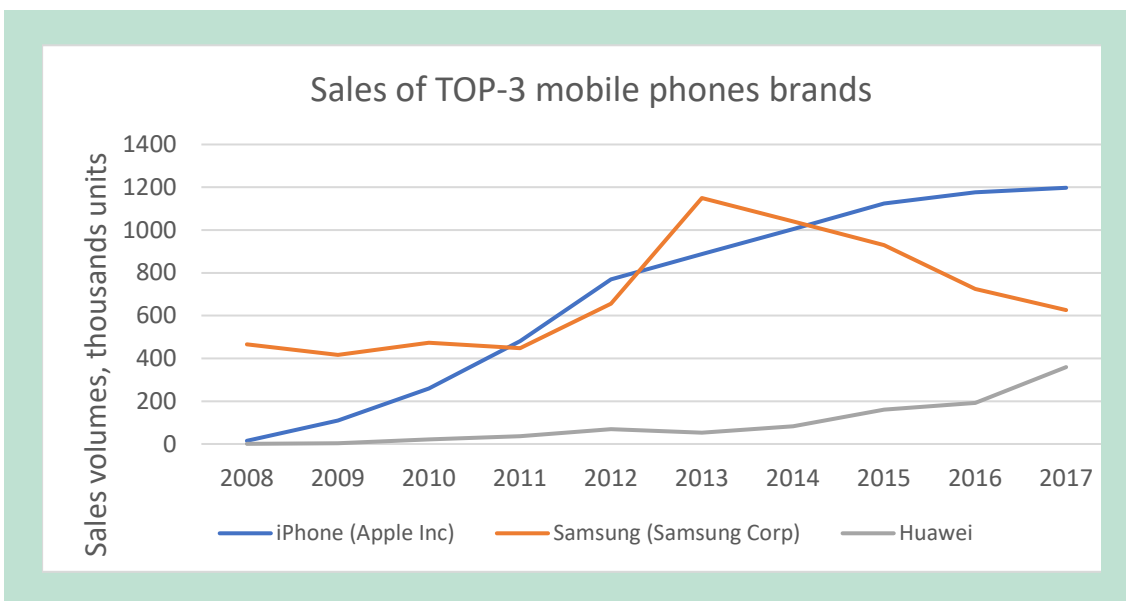
FIGUR 52. Historical sales of smartphones in Denmark and a forecast for the next five years (Euromonitor International).

The market of smartphones in Denmark is dominated by 3 companies: Apple, Samsung and Huawei. These 3 companies account for 90% of total sales volumes (FIGUR 53).



FIGUR 53. Brands shares in the mobile phones category.

From TOP-3 mobile phones and smartphones brands, two – iPhone and Huawei – featuring a positive sales dynamic (FIGUR 54). Samsung has lost its leading position and showing a decreasing sales trend starting from 2013. Since there are no other big players in the smartphones market, it is possible to conclude that there is an ongoing shift of customers preferences towards Apple and Huawei products. If the ongoing trends will continue, Huawei can become the TOP-2 brand of smartphones in Denmark in the next 2 years.

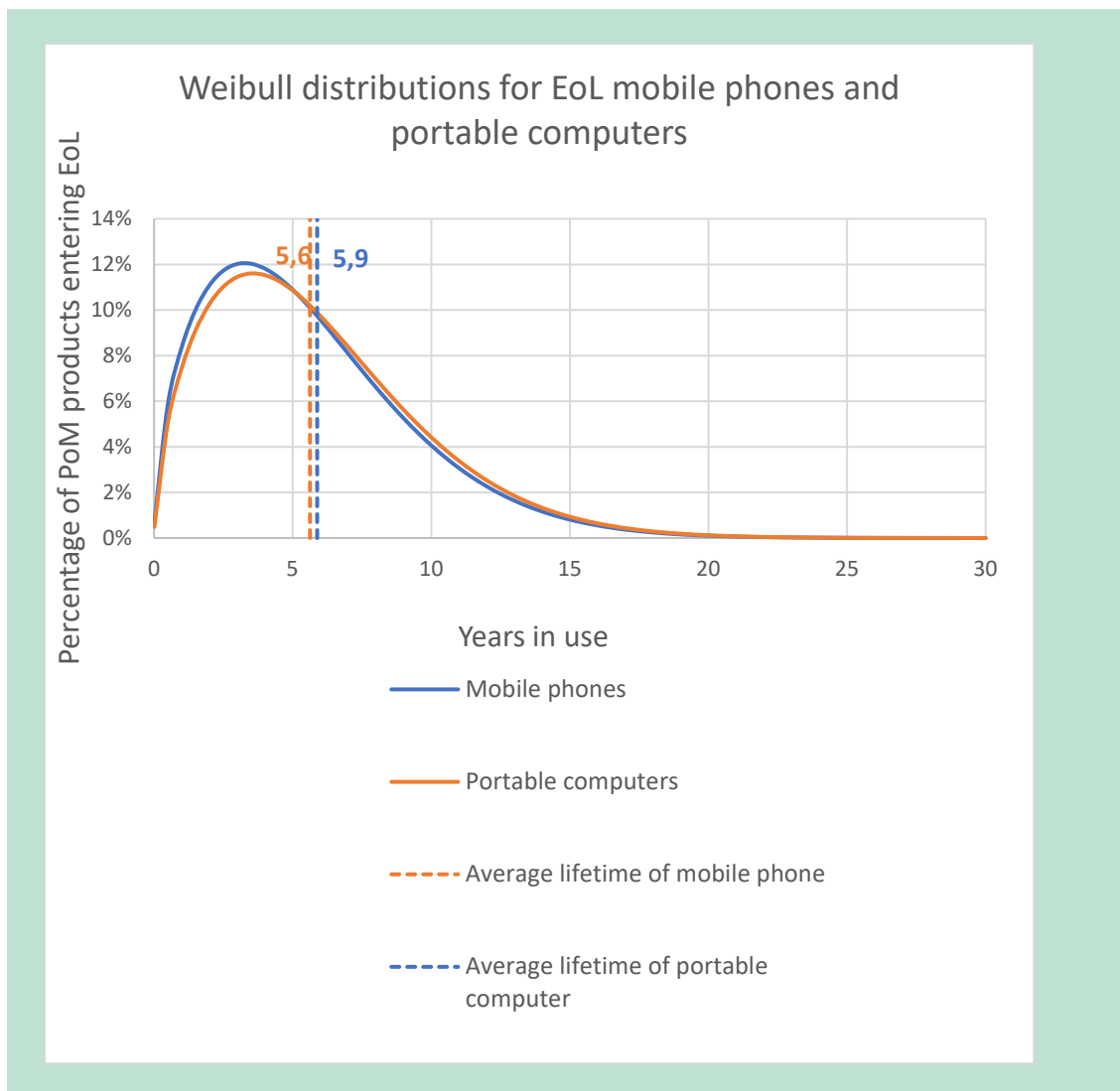


FIGUR 54. Historical sales of TOP-3 brands of mobile phones on the Danish market.

Bilag 1.3 Waste generated

The volumes of end of life mobile phones and portable computers were taken from the WEEE calculation tool provided by the European Commission (http://ec.europa.eu/environment/waste/weee/data_en.htm). The tool is freely available and is customized for each of the Member States including Denmark. The tool is making it possible to forecast the amounts of products put on the market, stock volumes, and WEEE amounts for each of 54 UNU categories (UNU categories are categories of WEEE developed by the United Nations University).

WEEE volumes are modeled using Weibull distribution. Parameters of Weibull distributions were calculated from input-output analysis for each of the WEEE categories. The resulting Weibull distributions for mobile phones and portable computers in Denmark are shown in FIGUR 55.

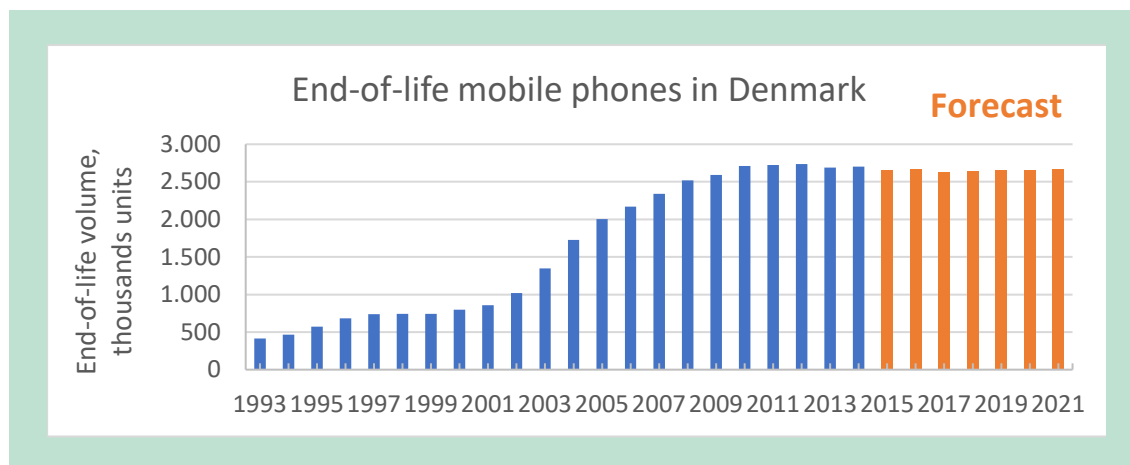


FIGUR 55. Weibull distributions for mobile phones and portable computers and their average lifetimes.

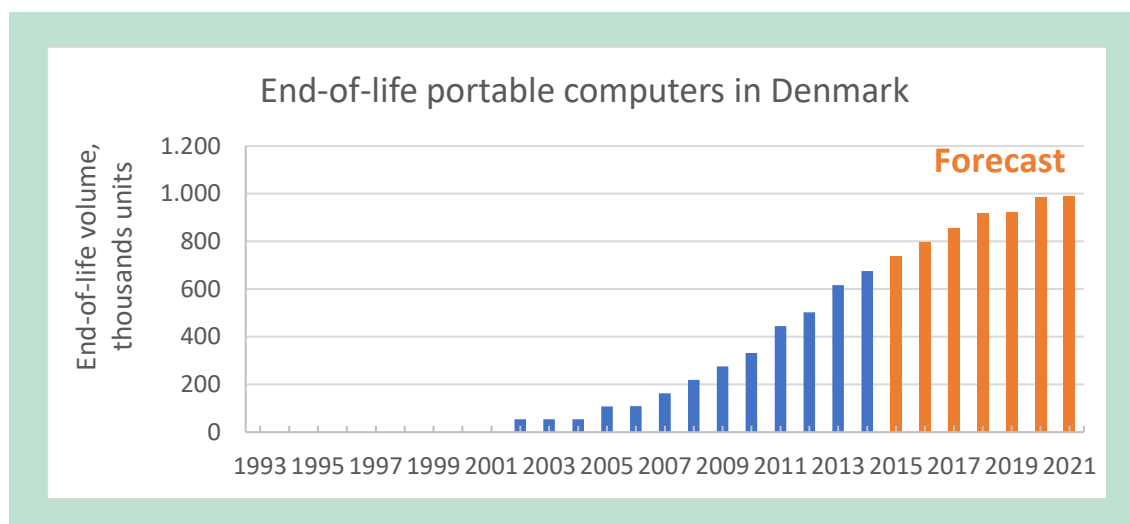
The figure above shows that distributions for mobile phones and portable computers are nearly identical. The average lifetimes calculated based on the noted distributions are equal to 5,6 and 5,9 years for mobile phones and portable computers correspondingly. Even though this result is can seem to be surprising, the explanation for it is rooted in the definition of end of life. The abovementioned tool considers a product to enter EoL only when it is reaching waste

collection channels. As the consequence, products being sold on the second-hand market or products in the hibernating stock are not counted as EoL products. Mobile phones are often being resold (refer to Section 3.2. for more details) or ending up in hibernating stock (see Section 3.4.) which explains a relatively long average lifetime.

The resulting volumes of EoL mobile phones (FIGUR 56) and portable computers (FIGUR 57) in Denmark calculated the methodology described above are presented below.



FIGUR 56. Volumes of end-of-life mobile phones in Denmark.

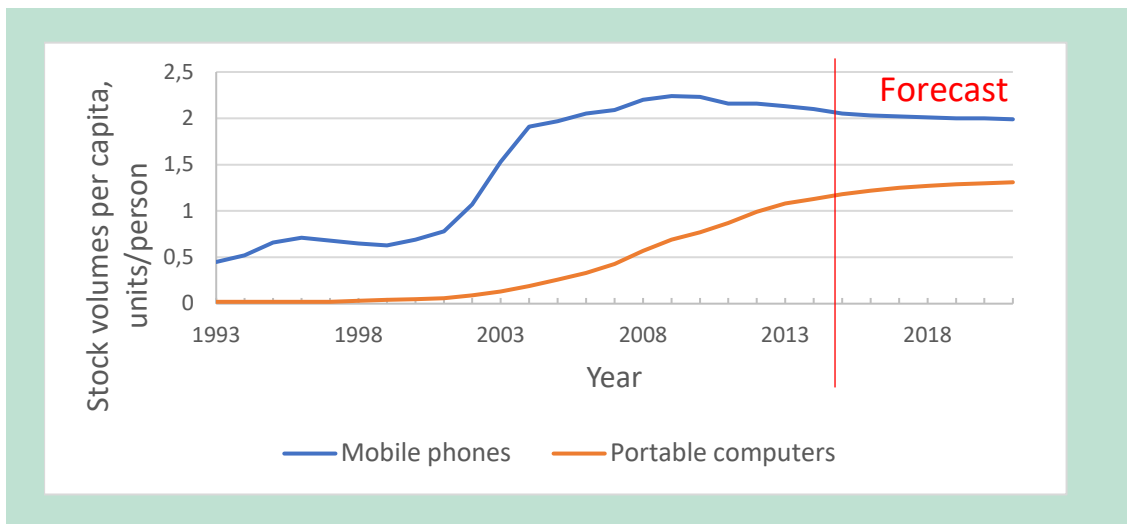


FIGUR 57. Volumes of end-of-life portable computers in Denmark.

EoL volumes of mobile phones are stabilized around 2 600 thousand units a year while EoL volumes of portable computers are expected to grow in upcoming 4 years and reach 1 000 thousand units mark.

Stock

Based on calculated amounts of PoM products and EoL products, the European Commission is estimating stock volumes for each of the UNU product groups. FIGUR 58 shows calculated stock of mobile phones and portable computers per capita.



FIGUR 58. Stock volumes of portable computers and mobile phones in Denmark.

According to the modelling, in Denmark there are 2 mobile phones and around 1,3 portable computers per capita. Since most of the people using only one mobile phone in their everyday life, there is around one extra phone per capita which can be attributed to the hibernating stock. With portable computers it is not possible to make such straightforward estimation since this group includes laptops and tablets. More information on hibernating stock will be provided in Section 3.4.

Bilag 1.4 Analysis of the second-hand market

Methodology

The data for the analysis of the second-hand market was collected from the web page of Den Blå Avis – dba.dk. The following product categories were selected for the analysis:

- Laptops (<https://www.dba.dk/computer-og-spillekonsoller/computere/baerbare/>)
- Apple computers (<https://www.dba.dk/computer-og-spillekonsoller/mac/mac/>)
- iPhones (<https://www.dba.dk/mobil-og-telefoni/mobiltelefoner-og-tilbehoer/iphone/>)
- Mobile phones (<https://www.dba.dk/mobil-og-telefoni/mobiltelefoner-og-tilbehoer/mobiltelefoner/>)
- iPads (<https://www.dba.dk/computer-og-spillekonsoller/tablets-og-tilbehoer/ipad/>)
- Tablets (<https://www.dba.dk/computer-og-spillekonsoller/tablets-og-tilbehoer/andre-tablets/>)

Due to the large size of the data array to be collected it was impossible to obtain it manually. In order to automate the data collection, a macro was written in Excel VBA. The macro was fetching all available sales announcements in each of six abovementioned categories. Private and business sales announcements were recorded separately by using the built-in filtering feature of dba.dk web page.

During the first run of the macro, all active sales announcements were recorded in all six product categories specified – around 12 500 in total. This was a base starting point for the further analysis. For each of the sales announcements the following information about it was recorded:

- Announcement's text
- Geographic area
- Date of publishing
- Straight link to the announcement
- Price
- Company name (for business announcements only)

The algorithm for the consequent runs was different from the one for the first one. Each of the listing on dba.dk was compared to the ones already in the list. If the match wasn't found, it was added in the end of the list. If the match was found, the current price of the item was recorded.

It was made to track how the price of each item is changing. In many cases the price is decreasing as time goes by. For the analysis it is important to know the actual price at which the product was sold.

The comparison of the listing was complicated by the fact that in many cases the same product was relisted by the seller to put it higher in the list on dba.dk. The old announcement was closed and the new one was created with a little to no change in the description. The link to the announcement - which acts as a unique identifier of an announcement - was also changing. In order to avoid duplicates from appearing due to this, the comparison of the announcements was performed in three steps:

1. Firstly, the announcements were compared by their links. On dba.dk each of the announcements has a unique link.
2. If the match wasn't found, the announcements were compared by the description – this makes it possible to identify cases where users making a repost of the announcement without changing the description.
3. If the match still wasn't found, the announcements were compared using the Levenshtein distance metric. This metric making it possible to compare the difference between two strings. The parameters for the comparison were fine-tuned during several test runs to ensure the best results. In the final version, two announcements were considered to be equal (identifying a repost) if:
 - i) The similarity ratio between two announcements' descriptions was more than 80%
 - ii) Both announcements are in the same geographic area (the same post code)
 - iii) The difference in the price between two announcements is not more than 15% or 100 kr. (The price comparison is not strict since the price can often change during the repost of an announcement. The percentage comparison is working the best for the expensive units and comparison in absolute values is needed for cheaper goods.)
4. If there are several matching announcements, the one with the smallest difference is selected as the match.

The item was considered to be sold when:

- It was not listed on dba.dk anymore

In practical terms it means that an announcement recorded in the excel database is not getting any match on dba.dk. Sometimes announcements were disappearing for several days and then were appearing again. These cases were not taking account in calculations of amounts of sold products.'

- On the moment of disappearance, the announcement was less than 30 days old

This condition is important because normally each announcement is being listed on dba.dk for 30 days and becomes inactive after this time. This is not identifying the fact of sale and these cases should be filtered out.

The macro was run daily. During some of the days the internet problems were encountered. These problems were influencing functioning of the macro and led to consequent loss of the data. The following analysis is based on the array of data covering 14 days containing around 24 000 unique announcements.

After the collection of data was completed, the database was cleaned up to ensure the purity of the data. The following announcements were removed before conducting the market analysis:

- Announcements mistakenly put by users in a wrong category
- Announcements of accessories (phone covers, chargers etc.)
- Announcements with unrealistic prices (there are many cases where sellers put a random price (e.g. 1 kr. or 12345 kr.) and expecting to have bidding instead of a fixed price sell)
- Announcements of malfunctioning/broken units

For the evaluation of the performance of different models of smartphones on the second-hand market this report is using a parameter called “liquidity”. By liquidity in this report we mean the measure describing how easy it is to sell the product. The most liquid models are being easiest to realize on the second-hand market. The liquidity of a selected model is determined by two parameters:

- The percentage of products of the specified model which were sold from the total number of announcements of the specified model (Referred in the report as “Sold pct.”)
- Total number of products of the specified model on sale

The first parameter is the main one and can be used for a straightforward comparison of different models. The second of abovementioned parameters can determine which of two models featuring similar Sold pct. values is more liquid – in this case it is the model which has more total announcements.

Results

Market volume evaluation

For each of product categories analyzed in this report, the total second-hand market volumes were evaluated. Firstly, the average daily sales on dba.dk were evaluated for each product category using the methodology described in the previous section. Since the sampling of the market was conducted daily, the sales volumes evaluated this way are understated as they are not including “quick” sales happening in less than 24 hours. To estimate the influence of these unregistered sales, a one-day monitoring of iPhone sales was conducted. During this monitoring the macro was run with a shorter interval between samplings – around 30-60 minutes. This made it possible to record sales occurring in one hour after the announcement’s publishing. The result of the one-day monitoring suggests that with the real sales volumes including “quick” sales are 26% higher than sales volumes evaluated using daily sampling. The multiplier of 1,26 was used for all categories to account for this effect.

TABEL 12 is showing the average daily and estimated yearly sales for smartphones, laptops and tablets on dba.dk

TABEL 12. Estimated volumes of the second-hand market in Denmark.

Category		Average daily sales, units	Average daily sales with the quick sales multiplier, units	Estimated yearly sales, units
Smartphones	Apple iPhone	174	219	80.069
	Samsung, Huawei	76	96	35.106
	Total	250	316	115.174
Laptops	Apple MacBook	29	36	13.295
	Rest	59	74	27.092
	Total	88	111	40.388
Tablets	Apple iPad	29	36	13.295
	Rest	15	19	6.899

Total	44	55	20.194
-------	----	----	--------

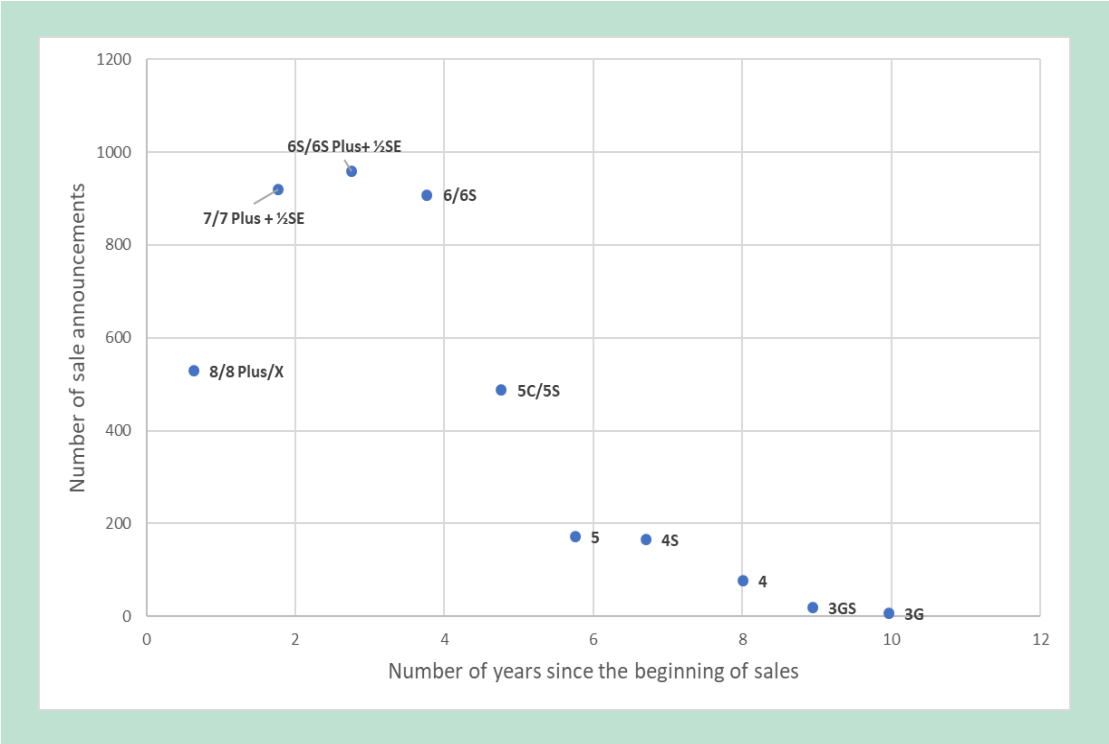
The sales volumes of smartphones presented in the table above are only including the TOP-3 brands thus the total value is underestimated. Another limitation of the approach is that the abovementioned multiplier was estimated for iPhones sales and then was used for other categories. This limitation should be addressed in the future research.

The analysis is only covering the sales going through dba.dk. Even though this is the most active platform for second-hand sales, the total volumes of the second-hand market are higher. Some products are being sold through gulogglratis.dk, Facebook Marketplace, Facebook groups etc. These platforms were not included in the analysis due to a high possibility of including duplicates – many announcements are being posted on several platforms. A social study including questionnaire might help to update the results in the future.

Analysis of Apple iPhone second-hand market

As it was shown earlier in this report, iPhones represent around 50% of the market of smartphones in Denmark. The figure below shows the breakdown of the number of iPhones on sale on dba.dk starting by the age of the model. The models are grouped by the release date and each dot represent cumulative number of announcements of these models. For example, the point “8/8 Plus/X” represents the total number of iPhone models 8, 8 Plus and X registered on dba.dk during the duration of the data collection.

The announcement of iPhone SE wasn't a typical release from Apple and happened in between of two major releases. The total number of announcements of iPhone SE model was divided by two and added to the numbers representing nearest major releases. The resulting points in the FIGUR 59 are “7/7 Plus + ½SE” and “6S/6S Plus + ½SE”.



FIGUR 59. Number of sales announcements of different iPhone generations.

The figure features a peak at iPhone 6S/6S Plus models which are 2,75 years old. The shape of the curve looks similar to Weibull distribution. The only data point which seems to be out of place is iPhone 5 model with the number of announcements lower than expected.

The same models of iPhones are coming in several modifications featuring different memory capacity. Two modifications of the same model can perform differently in the second-hand market. The figure below illustrates this point.

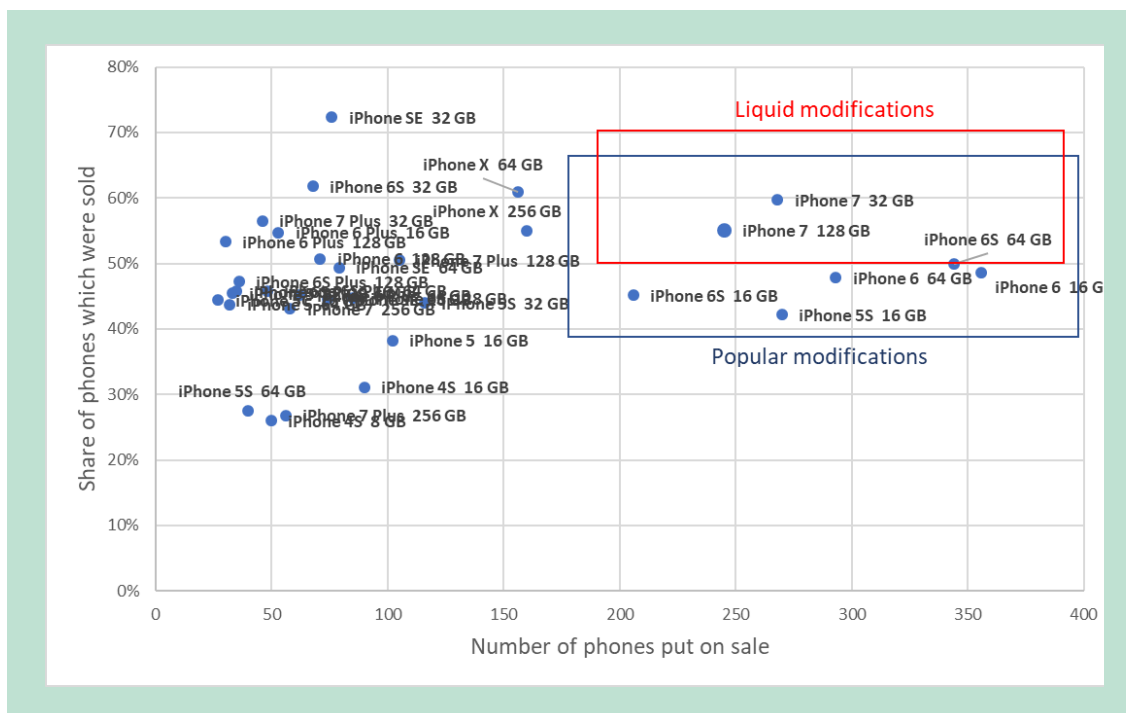
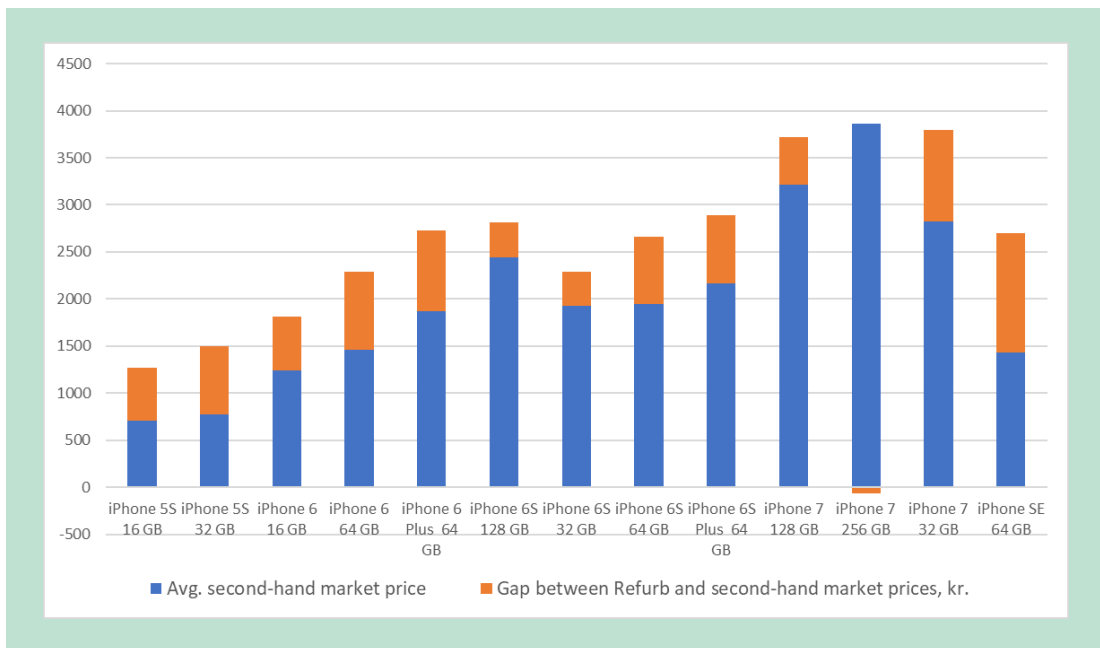


FIGURE 60. Liquidity analysis of Apple iPhone modifications.

It can be clearly seen that there are 2 clusters of modifications (modification = model + memory capacity). The top-7 modifications represent 47% of the market of used iPhones. From these, 3 models can be described as liquid – the share of sold devices is above average (more than 50%). Two iPhone 7 modifications (32 GB and 128 GB) are performing well on the second-hand market while the top modification with 256 GB of memory capacity is sufficiently less popular and harder to sell. The iPhone 7 Plus model announced together with iPhone 7 is

It is also possible to compare “free market” second-hand prices and Refurb prices for the same models. The figure below shows the comparison of prices for iPhone models on dba.dk: blue bars represent average prices from private users’ listings and orange ones – the gap between average Refurb prices and private users’ prices for the same models.



FIGUR 61. The gap between second-hand market and Refurb prices.

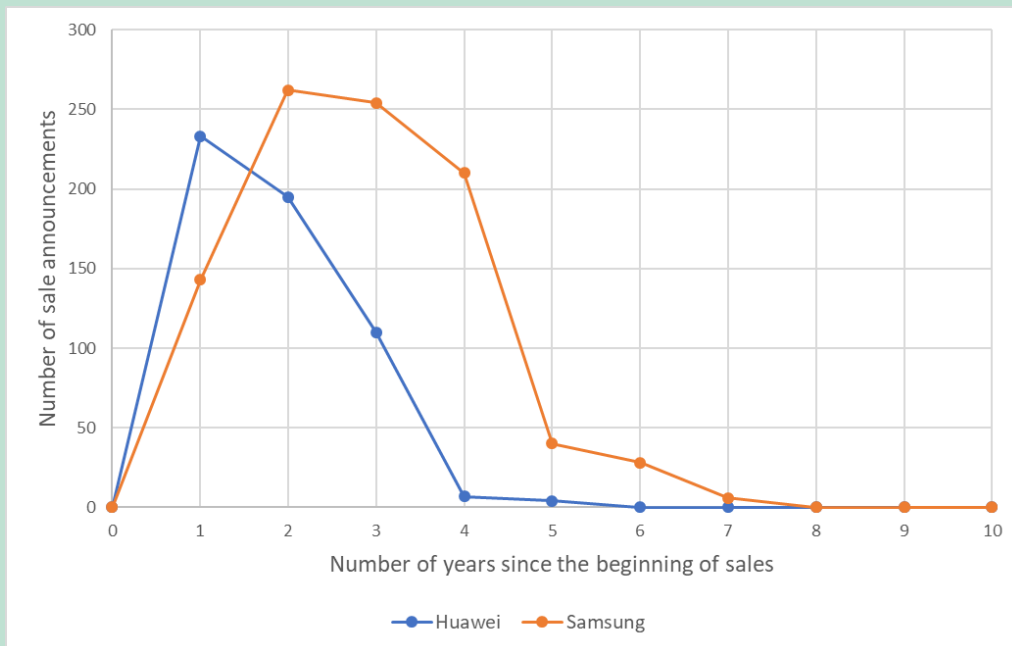
It can be seen from the figure that the price gap varies greatly between models and modifications. Surprisingly, for iPhone 7 256 GB modification Refurb average refurb price is lower than average price on dba.dk. It shows that refurbishing businesses can compete with the free second-hand market even in the current system.

Analysis of Samsung and Huawei second-hand market

The market analysis of Samsung and Huawei is more complicated compared to Apple's case. Due to the release strategy with one announcement a year, iPhones lineup is simple. In the case of Samsung and Huawei phones the variety of models is sufficiently higher. These two brands are also covering a wider range of price levels featuring budget, mid-range and hi-end models. Due to this variety, the way sales announcements are being posted on dba.dk is also different – there is no standardized way of creating these as in the case of iPhones where each of the announcements is following the same rule (Model, capacity, color, condition, description). As the result, the handling and processing of the data for Samsung and Huawei is including an additional step of models dictionary creation.

Models dictionary is a table in which separate ways of writing the same model are being grouped together. For example, Samsung Galaxy S8, Samsung Galaxy S 8, Samsung S8, Samsung S 8 are representing the same model – Samsung Galaxy S8. The dictionary was created for most of the popular models and covers around 87% of all announcements. Due to a high time-intensity of the dictionary creation process, making it cover 100% of different spelling variants was not justified. After the spelling variations were normalized using the dictionary created, the market analysis was conducted.

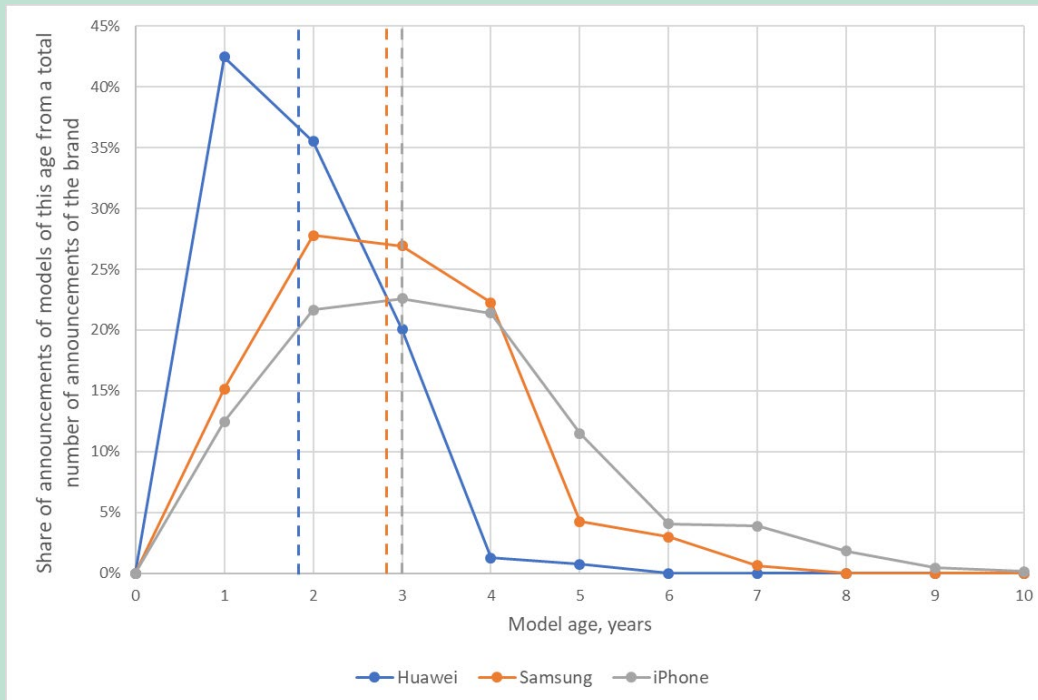
Age distributions of models by Samsung and Huawei on the second-hand market are shown in FIGUR 62. To create this figure all models were grouped based on their age (time from the release). For example, the data point with a horizontal axis value equal to 1 represents all models released not later than 1 year ago.



FIGUR 62. Age distributions of Huawei and Samsung smartphones on the second-hand market.

These two distributions are very different. Due to being a relatively new player on the Danish market, Huawei second-hand phones are on average newer compared to Samsung devices.

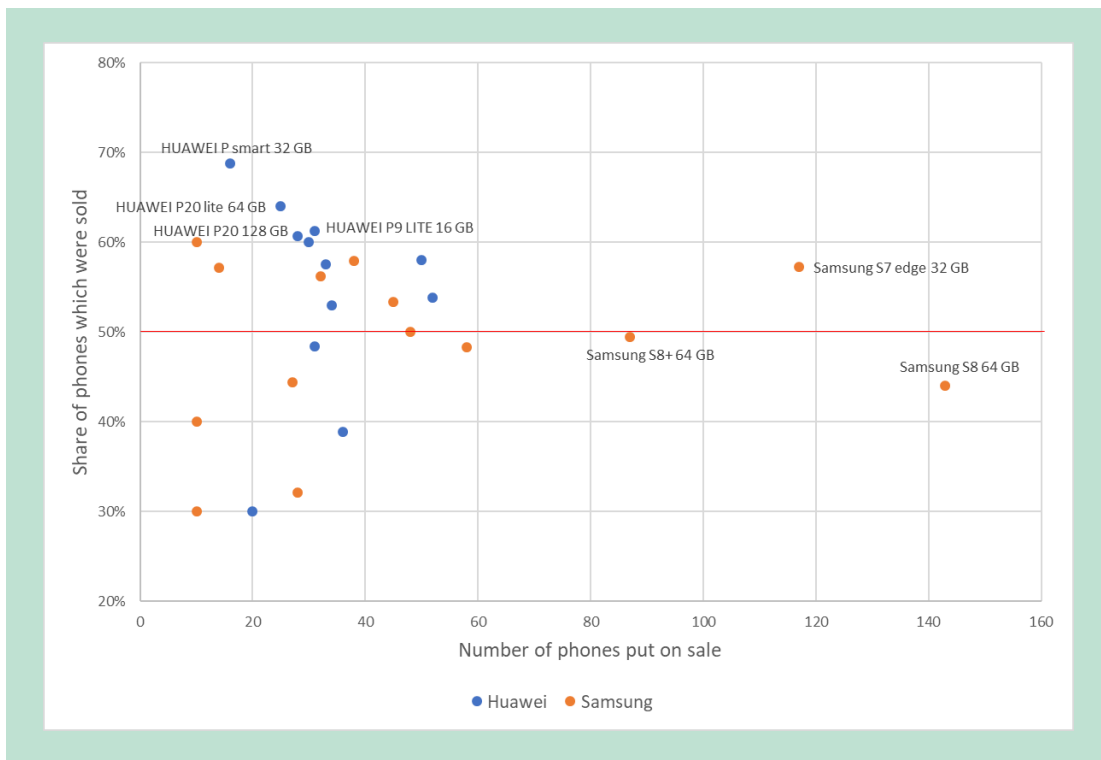
It is possible to compare the age distributions of Huawei and Samsung with iPhones one presented in the previous section (FIGUR 63). Due to a significant difference in absolute sales volumes between the brands, the figure shows each of the distributions in the relative values. The dashed lines are showing the average age for each of the brands.



FIGUR 63. Comparison of age distributions and average ages of Apple, Huawei and Samsung smartphones.

From all three brands Huawei have the lowest average age – it is 1 and 1.2 years lower than the age of Samsung and iPhone devices correspondingly. The age distribution Huawei brand is showing is due to rapidly growing sales. It can be also concluded that second-hand Huawei devices are attractive for potential buyers since most of the available models are just 1-2 years old and can be perceived as “up to date”.

The popularity and liquidity of Samsung and Huawei smartphones is shown in the figure below.

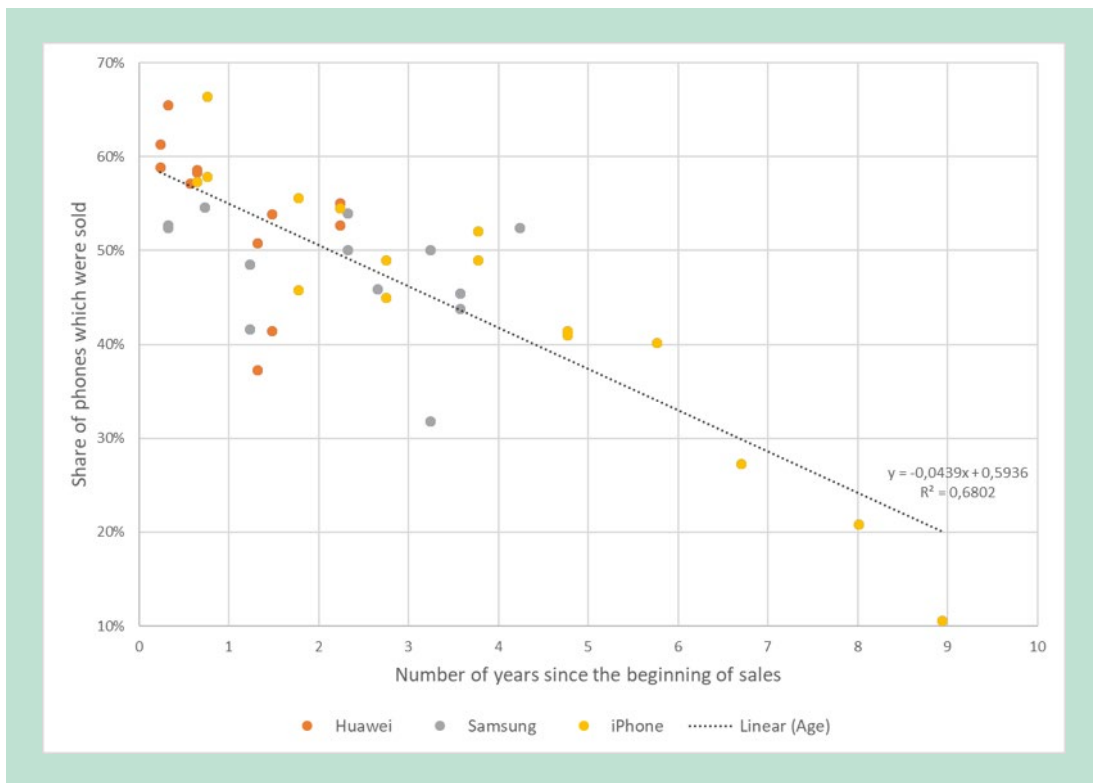


FIGUR 64. Liquidity of different models of Huawei and Samsung smartphones.

While Samsung has three most popular modifications, Huawei has four most liquid ones. On average, Huawei models feature a higher liquidity compared to Samsung. Unlike in the case of iPhones, there is only one popular and liquid modification – Samsung S7 edge 32 GB.

Smartphones liquidity over time

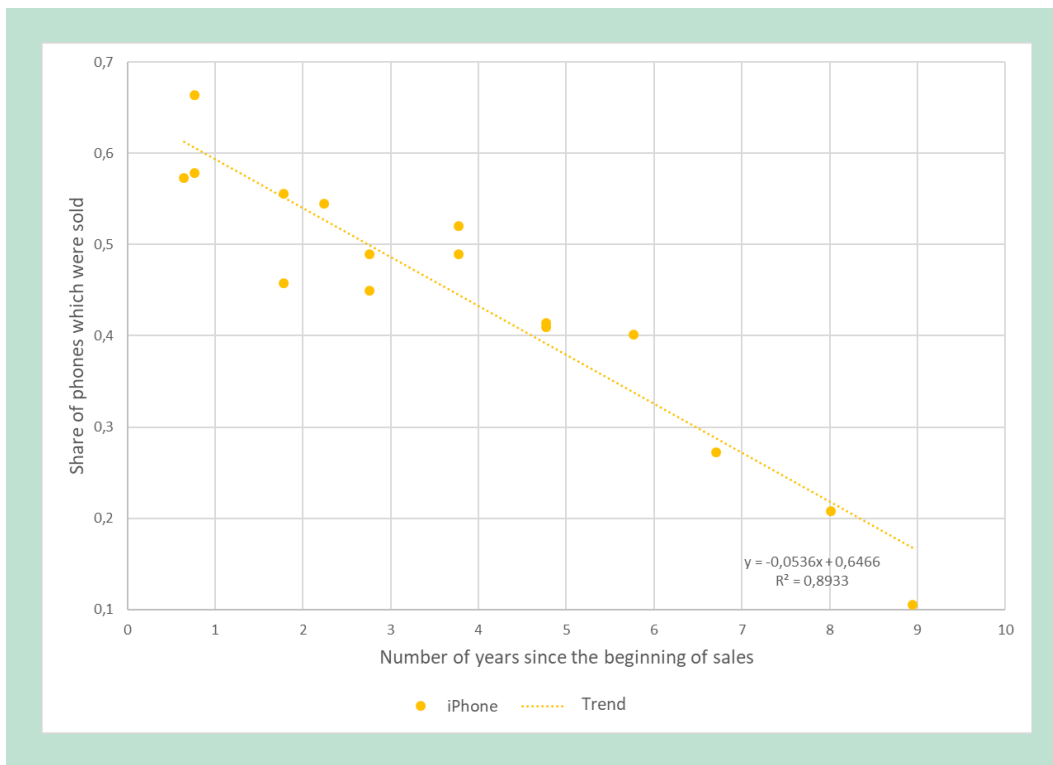
As it was mentioned in the methodology section, the liquidity of a particular model represents how easy it is to sell it. The data sample used in this study covers two weeks and the liquidity of the model in this case is proportional to a probability of selling a phone on the second-hand market at the expected price in a two-week interval. FIGUR 65 shows the liquidity of the analyzed smartphones models against their age.



FIGUR 65. Liquidity of smartphone models depending on their age.

There is a clear downward trend and the model losing 4,4% in liquidity every year. The maximum liquidity which can be found in the figure above is less than 70% which means that even the current models are facing sufficient delays in the selling time on the second-hand market.

The downward trend becomes even more prominent if we show only iPhone models (FIGUR 66).



FIGUR 66. Liquidity of iPhone models depending on their age.

These findings indicate that there is a potential for take back businesses where the device can be sold by user without any delays intrinsic to the second-hand market. Take back practices will be analyzed in more details in Section 3.4.

Analysis of laptops and tablets second-hand market

Due to the complexity of the model lineups and specifications of portable computers (laptops and tablets) the analysis of the second-hand market for these was performed at the brand level.

The table below shows the breakdown of liquidity of MacBook models.

TABEL 13. Liquidity of different MacBook models.

Model	Total number of devices on sale	Number of sold devices	Sold pct.
MacBook	66	23	35%
MacBook Air	179	78	44%
MacBook Pro	666	289	43%
Total	911	390	43%

MacBook Pro models are dominating the market of the second-hand Apple laptops. Budget models (MacBook) are 10 times less popular and sufficiently less liquid.

On dba.dk Apple laptops are separated from other brands. This makes it easier for potential buyers to navigate and search for products of interest. In the case of other laptops brands, they all mixed together. TABEL 14 shows liquidity of laptops brands except of Apple.

TABEL 14. Liquidity of different laptops brands.

Brand	Total number of devices on sale	Number of sold devices	Sold pct.
Acer	251	77	31%
Asus	288	102	35%
Dell	160	51	32%
Fujitsu	21	6	29%
HP	451	165	37%
IBM	3	1	33%
Lenovo	693	239	34%
Medion	31	5	16%
MSI	67	27	40%
Samsung	36	12	33%
Surface	44	19	43%
Toshiba	51	13	25%
Others	223	59	26%
Total	2319	776	33%

Lenovo has the highest share among all brands – around 30% of the market which is similar to the share in PoM volumes. From all brands, only Microsoft Surface devices are featuring levels of liquidity similar to MacBook Pro and MacBook Air. It is worth mentioning that this group contains both, Surface laptops and tablets because users are struggling to attribute these devices to a particular group.

Like Apple laptops, Apple tablets are separated from tablets of other brands. The way the announcements are created is standardized and makes it possible to provide a model-specific analysis. TABEL 15 shows the liquidity of different iPad models.

TABEL 15. Liquidity of different iPad models.

Model	Total number of devices on sale	Number of sold devices	Sold pct.
iPad	72	40	56%
iPad 2	187	64	34%
iPad 3	58	17	29%
iPad 4	69	27	39%
iPad Air	129	61	47%
iPad Air 2	117	55	47%
iPad mini	76	36	47%
iPad mini 2	35	21	60%
iPad mini 3	10	5	50%
iPad mini 4	20	12	60%
iPad Pro	116	53	46%
Total	892	391	44%

From all models, iPad mini series have the highest liquidity. iPad 2 has the largest share but at the same time the second lowest liquidity. It is important to notice that the first row in the ta-

ble includes several models which are marketed under the same name “iPad” – the first version from 2010, the one from 2017 and the latest one announced in 2018. It was impossible to separate these during the data collection because users are not always including the year in the announcement description.

The second-hand market of tablets outside of Apple brand is sufficiently smaller (TABEL 16).

TABEL 16. Liquidity of different tablets brands.

Brand	Total number of devices on sale	Number of sold devices	Sold pct.
Acer	14	4	29%
Asus	37	14	38%
Dell	2	0	0%
Denver	20	8	40%
HP	4	1	25%
Huawei	51	22	43%
Lenovo	85	37	44%
Medion	5	2	40%
Samsung	123	43	35%
Sony	12	7	58%
Surface	61	27	44%
Toshiba	2	0	0%
Others	86	24	28%
Total	502	189	38%

Samsung has the highest share among all brands but the liquidity of these devices is small. On the other hand, the next 3 of TOP-4 tablet brands – Lenovo, Microsoft Surface and Huawei – feature 8% - 9% higher liquidity. Sony devices are standing apart with 58% liquidity but it might be to a small sample size.

Analysis of existing take-back practices

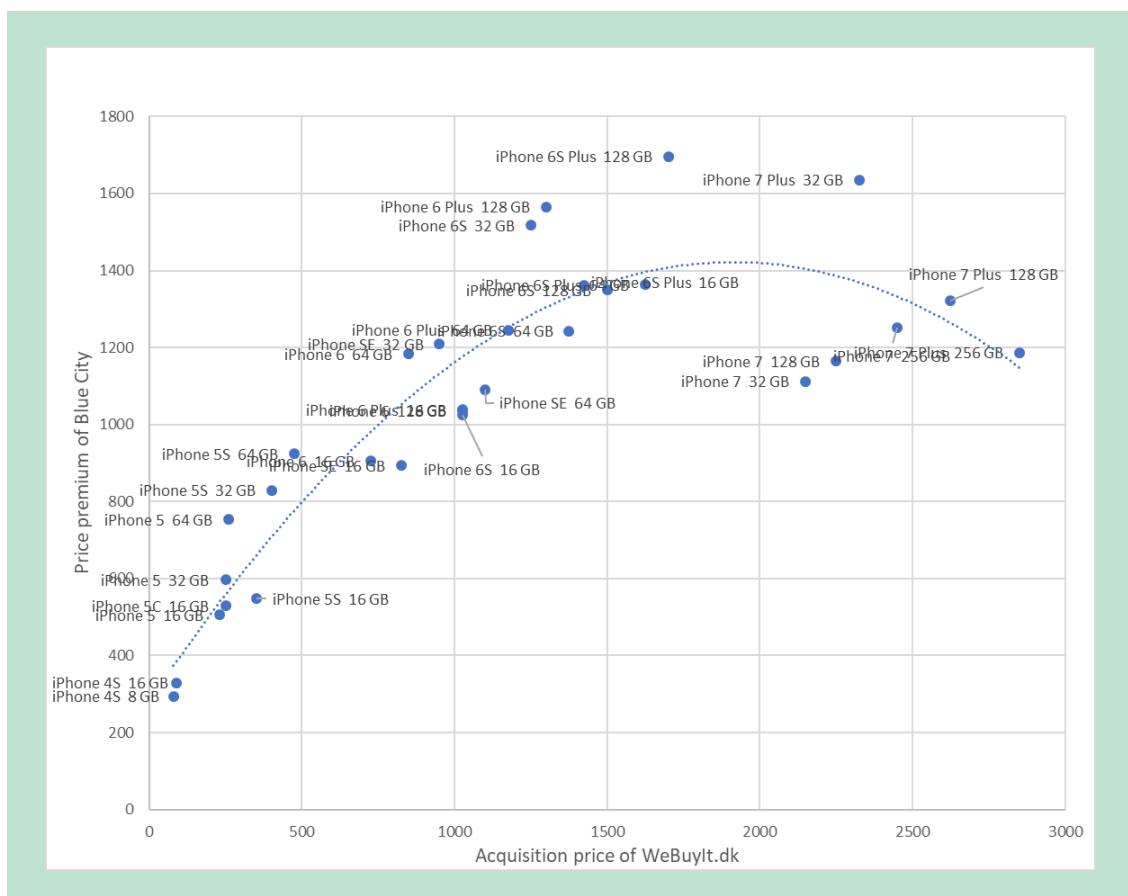
There are several companies in Denmark providing take-back services of old consumer electronics. For following analysis is based on the data collected from the following companies:

- *WeBuyIt.dk*: A Danish company-provider of used phones for Blue City A/S.
- *Apple Give Back*: An official Apple’s take back channel in Denmark. It is operated by an UK-based company *Brightstar*.
- *Humac take back*: Take back in Humac stores. It is also operated by *Brightstar* but prices are sufficiently lower than in official Apple’s channel. Apparently, *Brightstar*’s acquisition prices vary from company to company.
- *Elgiganten take back*: Operated by an UK-based company called *Fonebank* which is, in turn, a part of another UK-based company called *Corporate Mobile Recycling (CMR)*. Generally, they are providing services for companies – a scheme similar to *Refurb* but on a larger scale. They operate internationally and according to their web page processing 70 000 phones a month.

The analysis of existing take-back practices has an immense importance for the project. The business potential of all acquisition models depends on acquisition prices. The successfully operating take-back businesses can be used as a reference point for the further analysis.

As it was mentioned above, WeBuyIt.dk is providing a company-to-user connection for the refurbishment business of Blue City. The company successfully operates on the market for an extended period and has generally positive reviews online many of which noting that their acquisition prices are “fair”. It makes it possible to use these prices as reliable reference points.

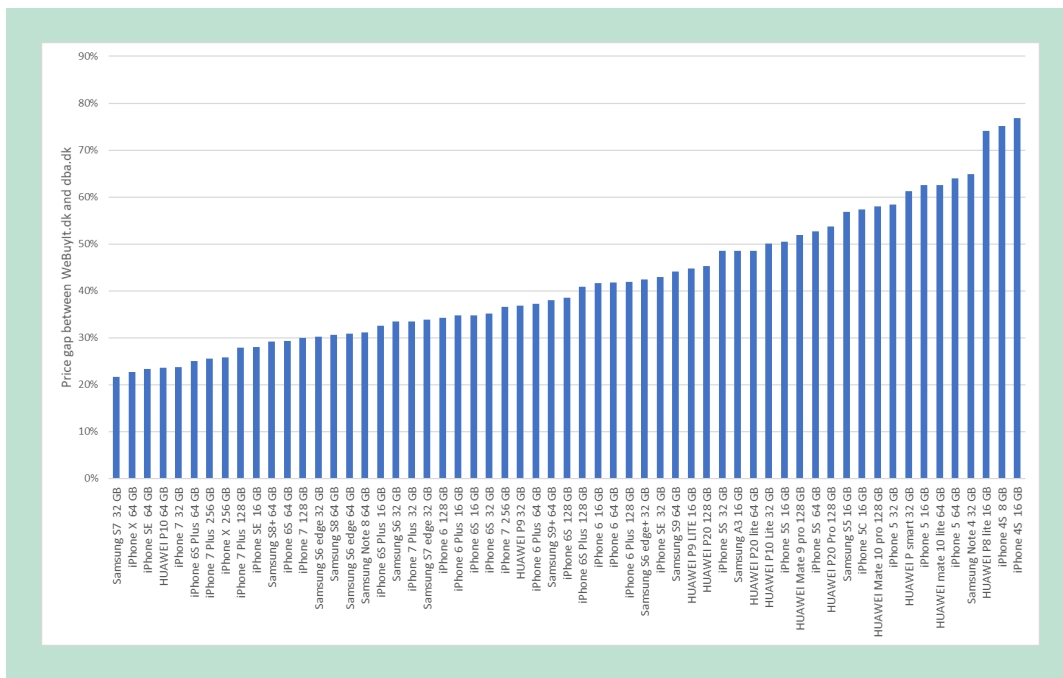
The figure below depicts the price premium (the difference between average selling price and the average acquisition price) compared to the acquisition price for all iPhone models. The figure does not show the newest models – iPhone 8/8S/X since many of these being sold on the second-hand market are new and not used. Inclusion of the unused products can skew the results.



FIGUR 67. WeBuyIt price premiums of different iPhone models.

The figure shows that there is a clear peak in the price premium levels. iPhone 6S Plus 128 GB is a model featuring the highest price premium among all models: it is being acquired by WeBuyIt.dk for 1700 kr. (in a good working condition) and being sold for a price two times higher - 3595 kr. on average.

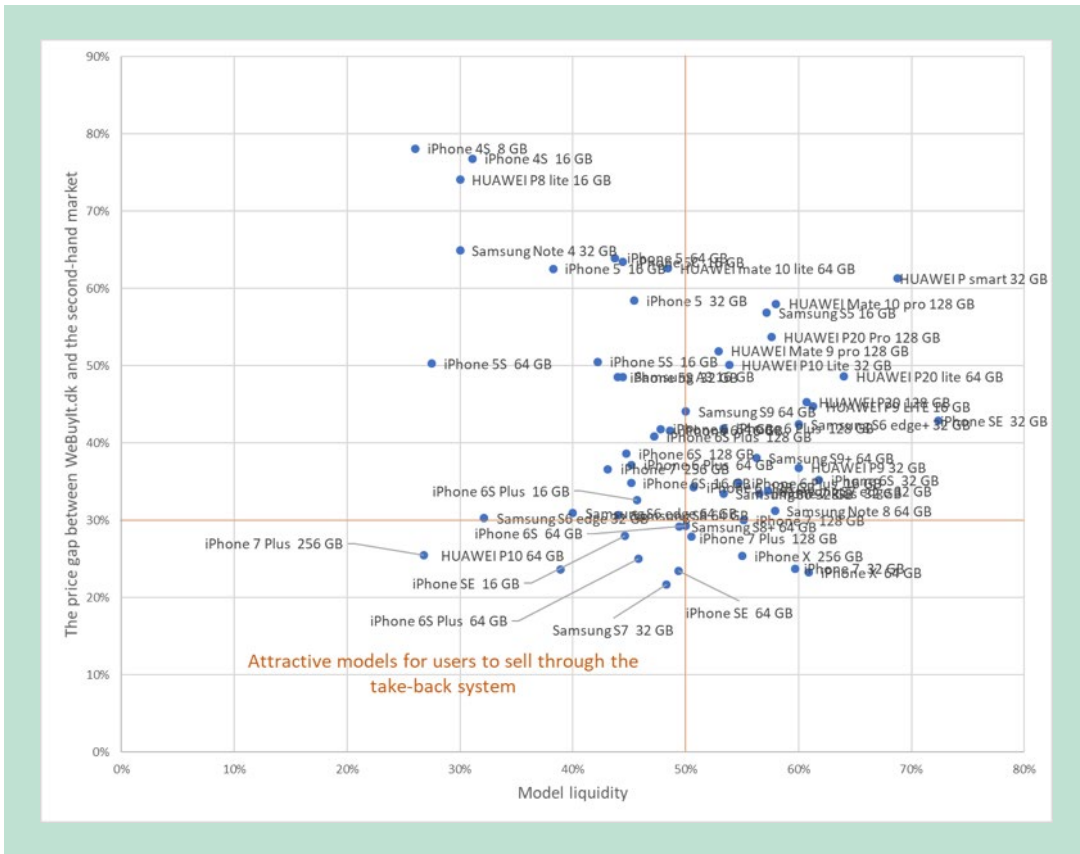
The attractiveness of the take-back system depends mostly on the price competitiveness with the second-hand market. FIGUR 68 shows the price gap between WeBuyIt.dk and average prices for the same model on dba.dk.



FIGUR 68. Price gap between take back company (WeBuyIt.dk) and the second-hand market for different smartphone models.

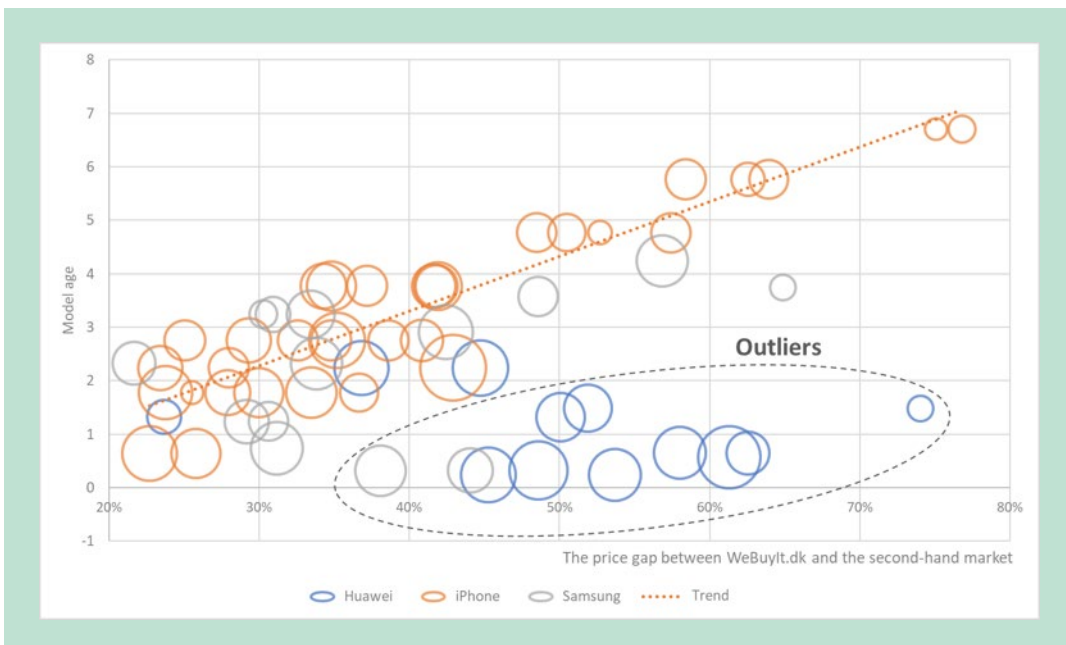
The price gap varies between 22% for Samsung S7 32 GB and 77% for iPhone 4S 16 GB. Only 14 of 57 pictured models feature the gap lower than 30% of the price which indicates a limited attractiveness of existing take-back practices. As it was mentioned before, WeBuyIt.dk has the best prices compared to other take-back channels for which the gap will be even higher.

From all analyzed models of smartphones, there are only seven which can be classified as attractive for users to sell through the take-back system: the price gap is lower than 30% and the liquidity on the second-hand market is below 50% (FIGUR 69).



FIGUR 69. Price gap and liquidity of smartphone models.

FIGUR 70 is showing the price gap against the age of the model and reveals some interesting insights.



FIGUR 70. Cluster analysis of smartphone models based on their age and price gap between take-back business and the second-hand market.

There are two clearly distinctive groups. The main one featuring the upward linear trend – the price gap is higher for older models. This is a logical behaviour since older models associated

with higher risks for a take-back business. Old models are harder to realize and the refurbishment process can be more expensive. Although, there is a second group of outlying models which doesn't fit the linear trend. This group is represented by new (up to 2 years old) devices from Huawei and two newest Samsung models. The radius of circles in the figure represents the liquidity of models on the second-hand market and it is possible to see that models-outliers have good liquidity. Thus, this large price gap cannot be explained by the risk of the inability to realize these models. One possible explanation of this phenomenon is that existing take-back practices are optimized for Apple and to some extent for Samsung devices. Huawei is a company with a fast growing share in Denmark but take-back businesses did not adjust to it as of the moment and cannot compete with the free second-hand market. This shows a great untapped potential for the further development of take-back businesses.

Analysis of the hibernating stock

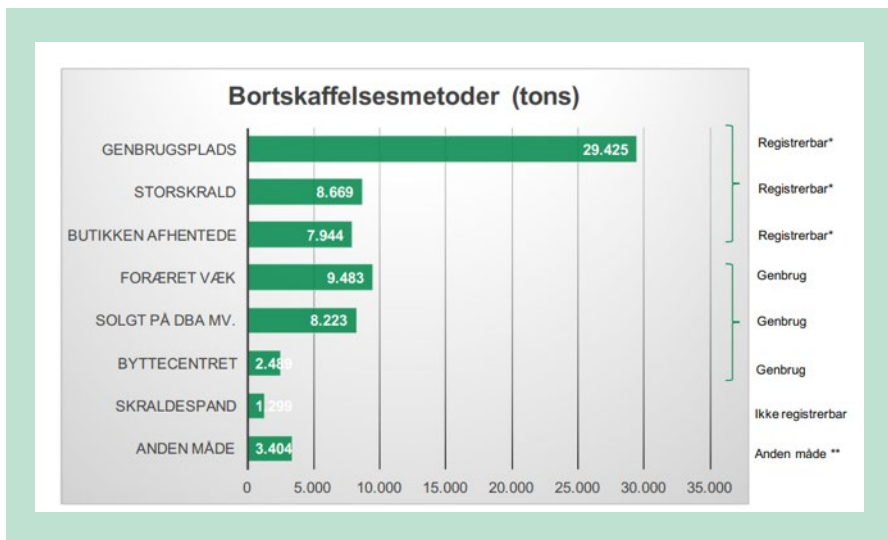
Hibernating stock is a critical issue needed to be solved to facilitate the transition to circular economy and is drawing increasing attention from researchers and governments. The Danish Environmental Protection Agency has conducted a study aiming to estimate volumes of hibernating stock in Denmark (The Danish Environmental Protection Agency, 2016). The study provides many interesting insights on hibernating stock and people's perception of electronics and electronic waste. Most important points for this project are:

- 25% of Danish families have a laptop which is not in use which is equal to a total amount of around 1m hibernating laptops in Denmark
- 12% of Danish families have a PC they don't use; in total there are around 0,5m PCs in the hibernating stock
- In one year each Danish citizen buys 10 kg. more electric products than he discards
- There are about 4 kg. of hibernating "PC/Tablets/Mobile Phones" fraction in each Danish family (TABEL 17)

TABEL 17. Volumes of e-products and hibernating e-products in Danish families (The Danish EPA, 2016).

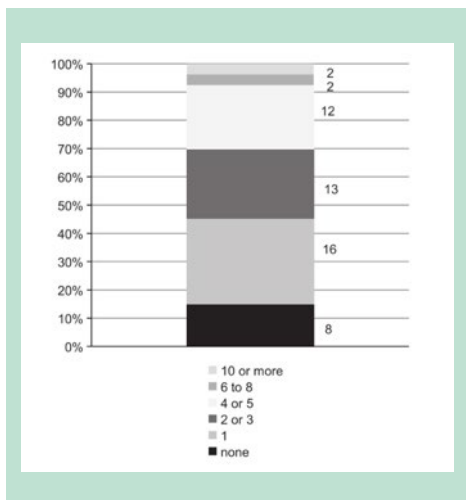
	Bestand i brug		Bestand på lager	
	Pct.*	Gns. kg per familie	Pct.*	Gns. kg per familie
TOTAL	89%	349	11%	45
Hvidevarer	92%	239	8%	20
Husholdningsapparater	81%	9	19%	2
TV / HiFi	84%	38	16%	7
PC / Tablet / Mobil	81%	14	20%	4
Personlig Pleje	70%	11	34%	5
Andet	86%	37	14%	6

- People don't want to bring high-tech products to recycling stations even if these products are broken or not used. They would rather give it to somebody for repair or reuse.
- About 30% of electronic products (by weight) are being realized via exchange, second-hand market etc. while other 70% are going to recycling. The total volume of the second-hand market is estimated to be around 20 kt. (FIGUR 71).



FIGUR 71. Different routes of used e-products and their volumes (The Danish EPA, 2016).

The study by the Danish Environmental Protection Agency is not concentrated on a particular product group and not providing insights on the hibernating stock of mobile phones. Nordic markets are similar and it is possible to use results from other Nordic markets. A study from Finland (Ylä-Mella, Keiski and Pongrácz, 2015) indicates that 85% of households participated in the survey had at least one mobile phone in the hibernating stock while 55% had two or more (FIGUR 72).



FIGUR 72. Number of phones in the hibernating stock in Finnish households (Ylä-Mella, Keiski and Pongrácz, 2015).

Bilag 1.5 Challenges

Literature review

The implementation of CBMs come with challenges in terms of the investment risks linked to the correct assessment of the business model assumptions and the challenges in the return logistics. The key challenges for CBMs can be summarized as follows (Rizos, Behrens et al. 2016, Linder and Williander 2017):

1. i.Limited scope: CBMs are appealing only to specific customer types, suitable only for selected product categories, and appreciated by only a few business partners.
2. ii.Additional requirements: CBMs require product-related technological knowledge and skills and an efficient reverse logistics system

3. iii. Associated risks: CBMs may bring risk of reduced sales for OEMs, increase operational liability (of used products) and financial risks (in leasing).
4. iv. Other factors: Technological obsolescence and lack of supporting legislation can hamper the reuse of products and components. The culture and business philosophy of a company are also crucial factors in for CBMs.

Since CBMs often rely on creating the business value from unconventional business activities, the challenge is even greater.

Experience from previous research

Previous research projects conducted by the Life Cycle Engineering Center of SDU and related to electronic and electric products highlighted the following challenges for implementation of CE business models:

- The linear market: The market of e-products is oriented on sale of new products. The share of circular business models like leasing is insufficient and since there is no efficient incentives from the government, it is hard for CE businesses to compete price- and volume-wise.
- The current system favors recycling over all other CE routes: Recycling is a well-established business and most of e-products are ending up there. Mobile phones, laptops and tablets contain substantial amounts of expensive metals and recyclers are interested in obtaining these in largest possible volumes. Increasing repair, reuse, remanufacturing and refurbishment might lead to decreasing profitability of recycling businesses.
- Lack of standardization: The standardization levels of components, interfaces and software solutions are insufficient. Each producer aims to gain a competitive advantage by making their products incompatible with other brands. Increasing the standardization level can lead to easier and less expensive process of product's lifetime extension.
- Lack of knowledge: Users of e-products are not aware of environmental challenges associated with e-products. For example, recycling is perceived as an environmentally-friendly process even though it implies the loss of product value and functionality. General public is not aware of environmental benefits of reuse, repair and refurbishment.
- Devices design complexity: Design complexity is a significant issue for CE businesses. For example, in many modern devices it is impossible to access the battery without dismantling the product. Often, there will be a need for special tools to perform this operation. This leads to a time consuming and expensive process of battery replacement. The same valid for many other components which might need to be replaced to extend the product's lifetime.
- Lack of modularization: Modular design is widely considered as one of the important steps for improving the circularity of e-products through simpler components replacement procedures and upgradability. Unfortunately, the number of e-products featuring modularity is extremely small. Lack of communication between stakeholders
- Illegal product flows: Some of the products are being collected from households outside of official collection routes. A fraction of e-products ended up in recycling stations is being stolen. These problems are especially prominent for high value product categories such as mobile phones, computers, screens etc.

References

Coughlan, D., Fitzpatrick, C. and McMahon, M. (2018) 'Repurposing end of life notebook computers from consumer WEEE as thin client computers – A hybrid end of life strategy for the

Circular Economy in electronics', *Journal of Cleaner Production*. Elsevier Ltd, 192, pp. 809–820. doi: 10.1016/j.jclepro.2018.05.029.

The Danish Environmental Protection Agency (2016). *Forbrugeradfærd: Kvantitativ og kvalitativ analyse af forbrugernes håndtering af elektronikaffald*

Ellen MacArthur Foundation (2015). *Potential for Denmark as a circular economy: Delivering the circular economy – a toolkit for policymakers.*

Ellen MacArthur Foundation (2015). *Towards the Circular Economy : Economic and business rationale for an accelerated transition.*

Ellen MacArthur Foundation. (2018). "Circular Economy." Retrieved February 28, 2018, from <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy>.

Euromonitor International. *Consumer electronics in Denmark.* Retrieved from <http://www.euromonitor.com/>

European Commission (2015). *Communication COM (2015) 614/2: Closing the Loop—an EU Action Plan for the Circular Economy.*

Ghisellini, P., C. Cialani and S. Ulgiati (2016). "A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems." *Journal of Cleaner Production* 114: 11-32.

Larsson, M. (2018). *The Circular Economy and Business Challenges. Circular Business Models: 27-39.*

Lewandowski, M. (2016). "Designing the Business Models for Circular Economy—Towards the Conceptual Framework." *Sustainability* 8(1).

Linder, M. and M. Williander (2017). "Circular Business Model Innovation: Inherent Uncertainties." *Business Strategy and the Environment* 26(2): 182-196.

Manninen, K., S. Koskela, R. Antikainen, N. Bocken, H. Dahlbo and A. Aminoff (2018). "Do circular economy business models capture intended environmental value propositions?" *Journal of Cleaner Production* 171: 413-422.

Ministry of Environment and Food of Denmark (2017). *The Advisory Board for Circular Economy's Recommendations to the Government.*

Parajuly, K. (2017). *Circular Economy in E-Waste Management: Resource Recovery & Design For End-of-Life.* PhD, University of Southern Denmark.

Parajuly, K. and H. Wenzel (2017). "Potential for circular economy in household WEEE management." *Journal of Cleaner Production* 151(C): 272-285.

Parajuly, K. and H. Wenzel (2017). "Product Family Approach in E-Waste Management: A Conceptual Framework for Circular Economy." *Sustainability* 9(5): 768.

Rizos, V., A. Behrens, W. van der Gaast, E. Hofman, A. Ioannou, T. Kafyeke, A. Flamos, R. Rinaldi, S. Papadelis, M. Hirschnitz-Garbers and C. Topi (2016). "Implementation of Circular Economy Business Models by Small and Medium-Sized Enterprises (SMEs): Barriers and Enablers." *Sustainability* 8(12).

Singh, J. and I. Ordoñez (2016). "Resource recovery from post-consumer waste: important lessons for the upcoming circular economy." *Journal of Cleaner Production* 134: 342-353.

van Loon, P., C. Delagarde and L. N. Van Wassenhove (2017). "The role of second-hand markets in circular business: a simple model for leasing versus selling consumer products." *International Journal of Production Research* 56(1-2): 960-973.

Van Straalen, V.M, Roskam, A.J., & Baldé, C.P. (2016). *Waste over Time* [computer software]. The Hague, The Netherlands: Statistics Netherlands (CBS). Retrieved from: <http://github.com/Statistics-Netherlands/ewaste>

Watson, D., A. C. Gylling, N. Tojo, H. Throne-Holst, B. Bauer and L. Milios (2017). *Circular Business Models in the Mobile Phone Industry*. Copenhagen.

Ylä-Mella, J., Keiski, R. L. and Pongrácz, E. (2015) 'Electronic waste recovery in Finland: Consumers' perceptions towards recycling and re-use of mobile phones', *Waste Management*. Pergamon, 45, pp. 374–384. doi: 10.1016/J.WASMAN.2015.02.031.

PolyCE 2018: New Business Models Paving the Way Towards More Sustainable Production and Consumption of Plastics in Electronics. https://medium.com/@PolyCE_EU/new-business-models-paving-the-way-towards-more-sustainable-production-and-consumption-of-plastics-88d495660a9f

Bilag 2. Cases/eksempler på forretningsmodeller

Bilag 2.1 Back Market

Back Market er en digital platform, hvor private forbrugere kan købe brugt elektronik. De har kontorer i Frankrig og USA. De tilgængelige produkttyper er laptops, desktops, tablets, printere, og TV. Platformen har 170 refurbishment værksteder tilknyttet. Disse værksteder certificeres og kontrolleres af Backmarket, for at sikre et højt kvalitetsniveau i deres værditilbud. Der gives minimum 6 måneders garanti på produkterne. De har dertil et 'community-based' rating system af service og de forskellige værksteder. Backmarket fungerer ligeledes som bindeled mellem kunden og værkstedet, ved behov for kundeservice. De følger med i kommunikationen, og kan hjælpe til ved potentielle uenigheder/tvister.

De har et gradingsystem ift. deres produkter, men det går alene på æstetik og fysisk udseende, eftersom samtlige produkter ifølge dem selv er 100% testet og har et funktionsniveau så godt som nyt.

Backmarket angiver andelen af undgået elektronikaffald (hvilket selvfølgelig er en smule misvisende eftersom det blot er en udsættelse af tidspunktet før produktet bliver til affald). Dog er der en indikation overfor forbrugeren om at de gør noget godt for miljøet ved at købe refurbished elektronik. Den økonomiske besparelse angives desuden på produktniveau i procent (må være ift. køb af nyt, men det står ikke forklaret).

Kilden til produkterne er refurbishmentværkstederne, som ikke ejes af Backmarket. Backmarket fungerer umiddelbart blot som mellemlid og facilitator mellem klient og værksted.

En sådan platform kan evt. skabe konkurrence med Refurbs 'egne' produkter, men kan også bidrage til at skabe større marked for brugt udstyr, eller adgang/tiltro til markedet. Refurb kan evt. indgå som refurbishmentværksted i en sådan platform? Dog vil det primært være relevant for mindre værksteder, hvor Refurb umiddelbart allerede er for store. Backmarkets gradingsystem kan være relevant: <https://www.backmarket.com/refurbished-macbook-pro.html?q=&page=0&minPrice=-10&maxPrice=1535&refinements=%257B%257D>

Bilag 2.2 Volpy

Volpy er en fransk virksomhed, der sælger og køber brugte smartphones primært til og fra private. De har udviklet en app til formålet, som gør det muligt at teste og vurdere værdien af en brugt telefon på afstand. Brugeren får med det samme et bud på, hvilken pris de kan få for telefonen. Denne pris er de som minimum garanteret, hvis de vælger at sælge deres smartphone til Volpy. I applikationen bestilles derefter gratis forsendelse af telefonen til Volpy, og forbrugeren modtager en kuvert med forudbetalt fragt. Når Volpy har modtaget telefonen, modtager kunden betalingen. Det er også muligt at bytte sin telefon, så får man den gamle telefons værdi i rabat på købet af den nye (refurbished eller fabriksny) telefon, og kunden betaler således differencen. For hver indsamlet telefon doneres 2 EUR til deres PUR projekter, som er genplantningsprojekter verden over.

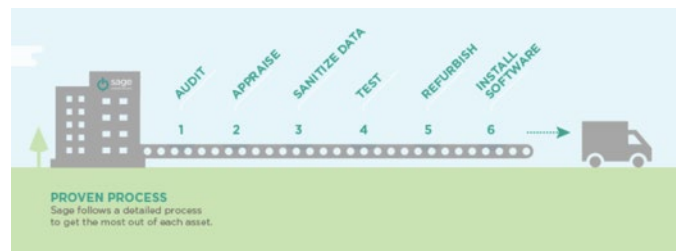


Bilag 2.3 Sage & Sage Bluebook

Sage Sustainable Electronics™ er en amerikansk virksomhed, som arbejder med at forlænge levetiden for elektronik. De køber og sælger brugt elektronik fra og til både private og virksomheder. De arbejder med en række produkter, herunder computere, tablets og smartphones.

Deres mission er at 'finde et nyt hjem' og skabe større værdi for hver enhed, deres kunder sender til dem. Sage-system er integreret med Sage BlueBook, som (de selv vurderer) er verdens største database af information om brugt elektronik. Baseret på objektive markedsdata for hver enhed beregner Sage, hvornår man skal reparere, hvornår man skal renovere, samt hvornår man skal høste og genbruge dele. De tilbyder hele servicepakker ift. asset management af EE produkter.

Man kan som kunde bestille afhentning af brugt elektronik, hvorefter Sage vurderer om produktet skal refurbishes eller genanvendes etc. Processen er følgende:

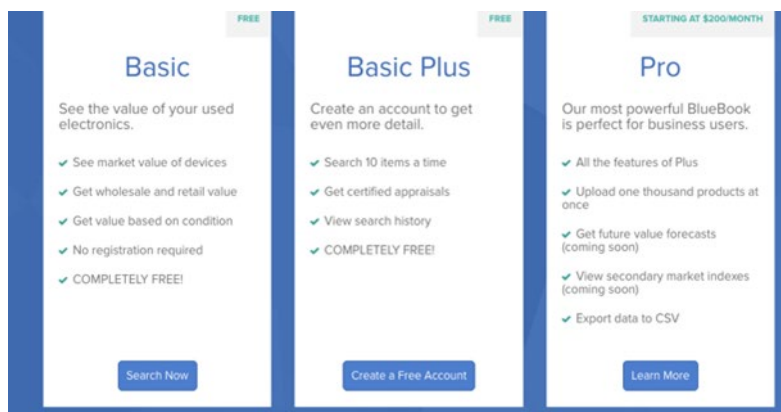


Sage tilbyder en komplet vifte af onsite-tjenester i alle 50 stater og i Storbritannien og Canada gennem internationale partnerskaber. Tjenesteydelser omfatter datasikkerhed (datasletning, afbinding, shredding), asset management (opgørelse, dataindsamling, intern flytning), deinstallation og logistik (emballage, transport). Pixie®, Sage's proprietære onsite applikation, bruges til lageraktiver og afstemmer dem på flere punkter langs forsyningskæden.

Sage bruger ikke et gradingsystem, og heller ikke en opgørelse af miljømæssige fordele. De har kun en teknisk beskrivelse af produktet.

Sage Bluebook

Sage Bluebook er en database over brugt elektronik, hvor det er muligt at søge på priser og værdi, således at databasen kan angive markedsværdi af produkter både for købere og sælgere. Databasen kan bidrage til at vurdere, hvornår det kan betale sig at reparere/refurbishe produkter. Dertil kan databasen bidrage ift. fradagberettigelse ift. donationer, planlægning af indkøb og asset management. Databasen kan tilgås på forskellige niveauer. Basic og basic plus er gratis, og Pro koster \$200/month.



Refurb kan evt. have interesse for værditilbuddet om 'asset management' og database; evt. kan Refurb gøre brug af denne database, det tætteste er dog UK market.

Bilag 2.4 ecoATM

- **Produkter:** Smartphones, tablets og MP3 afspillere
- **Forretningsmodel:** En "ecoATM-Kiosk" maskine, der kan læse telefoner øjeblikkeligt og udbetale kontanter til sælgeren. Der er mere end 2.000 kiosker placeret i shopping centre, supermarkeder og Walmarts over det meste af USA.
- **Grading:** Ingen
- **Land:** USA

ecoATM finder (efter eget udsagn) et andet liv for 75 procent af de enheder, som det indsamler og genanvender ansvarligt resten. Fik starting funding i 2011 fra National Science Foundation til at udvikle kiosken⁵⁸.

ecoATM bruger kunstig intelligens og 'machine vision' til at identificere og evaluere over 4.000 forskellige elektroniske enheder. Når en enhed deponeres i en ecoATM-kiosk, tilsluttes den og scannes efter type, serienummer og tilstand. Sælgeren skal vise et gyldig I.D. og give et fingeraftryk og en underskrift, der accepterer, at telefonen er hans eller hendes ejendom. Kameraer, overvåget live af ansatte på ecoATMs hovedkvarter, matcher sælgeren til det viste I.D. før kontanter udleveres. Alle transaktioner og personlige oplysninger rapporteres dagligt til det lokale politi, hvilket sikrer overholdelse af brugtforhandler love og assisterer det lokale politi med at identificere og fange tyve⁵⁹.



En anmeldelse af ecoATM:

"As someone who spends my life trying to provide lawyers with "one click" solutions, I was shocked at how very "click filled" the experience was. I knew this wouldn't be as easy as pulling cash from a bank ATM, but this was like a Rube Goldberg version of Redbox. In addition to an abundance of clicking there are other unexpected elements as well. You have to scan a driver's license, you have to provide a thumb print, you have to remove your glasses while an electric eye validates that

⁵⁸ https://www.nsf.gov/news/mmg/mmg_disp.jsp?med_id=77703&from=

⁵⁹ <https://www.ecoatm.com/press/2014/03/27/ecoatm-expands-dallas-fort-worth-presence-with-additional-electronic-device-recycling-kiosks/>

you are the person on the drivers license. After an initial scan of the cell phone the machine delivers a QR Code label for you to paste on the phone. Then you are directed where to dispose of the label backing so you don't litter. After identifying the model of the device, the machine delivers up the right jack wire, it swallows up the cell phone and the robot dances across the screen while the machine does more testing. And then about 20 minutes and a dozen clicks into the process you are told what your device is worth.... drum roll please... in my case \$1!"

Kilde: <https://www.deweybstrategic.com/2013/01/an-encounter-with-ecoatm-its-not-easy.html>[Tekst]

Der er nogle interessante perspektiver ved kiosk-løsningen som ikke opstår ved de mere normale online pris-quotes og forsendelsesløsning. Især problematikken omkring sikkerhed og stjålne varer. Det har et tæt samarbejde med politi og meget stor fokus på det med sikkerhed for stjålne varer på deres hjemmeside. Har man fået stjålet sin telefon kan man inden for 30 dage med IMEI nummer lokalisere sin telefon, hvis den skulle være blevet afleveret og få den returneret gratis⁶⁰.

Eco ATM sørger ikke for data sletning: "ecoATM does not guarantee or warrant that data, photos, emails, notes and/or other files on your Device ("Device Data") will be removed from your Device"⁶¹. De har i stedet en udførlig guide over, hvordan man selv laver backup af data, sørger for at den er låst op ift. teleudbyder og reseter til fabriksindstillinger for alle større telefonfabrikater.

EcoATM har senere fået installeret en donationskasse på siden, hvor man kan aflevere værdiløse genstande. Har Responsible Recycling (R2) og ISO14001 certification, ISO27001 certification.

The key factor in the recycling process is that ecoATM is itself R2 and ISO 14001 certified and only partners with e-waste recyclers who meet R2 or e-Stewards qualifications. The R2 standard is a premier global, environmental, worker health and safety standard for the electronics refurbishing and recycling industry. ISO 14001 certifies that a company or organization has received energy audit training and can identify and control their environmental impact. E-Stewards are a project of the Basel Action Network aka BAN, which was named after the 1997 Basel Convention in which the United Nations ratified a treaty restricting the trade of hazardous wastes, effectively stopping the dumping of lethal waste on developing countries. Interestingly enough, the USA is the only developed country that has not ratified the Basel Convention, making certifications of responsible recycling such as e-steward all the more respected. Thus e-Stewards Certification is used to identify recyclers that adhere to the highest standard of environmental responsibility and worker protection in the electronic recycling, refurbishing and processing industry⁶².

⁶⁰ <https://www.sfgate.com/bayarea/nevius/article/A-number-you-need-to-have-when-your-smartphone-5371754.php#item-85307-tbla-5>

⁶¹ <https://www.ecoatm.com/terms-and-conditions/#data>

⁶² <https://www.motherearthnews.com/nature-and-environment/the-dirty-little-secret-of-the-electronic-era-zbcz1407#axzz37Asd2m87>

God video, der viser en lille smule og teknologien bag også:
https://www.nsf.gov/news/mmg/mmg_disp.jsp?med_id=77703&from=

Bilag 2.5 Leapp

Netherlands. Leapp refurber alle typer af Apple-produkter. Leapp har to typer af sourcing-strømme. 80% kommer fra erhvervsbrugere 20% fra Apple-forhandlere. For kundesegmentet er der ved at returnere en gammel Macbook en rabat på det nye produkt, som kan betragtes som en kreditbaseret måde at indsamle produkter på⁶³.

Business Model

Leapp's business model is based on the difference between economic redemption and technical redemption of a Macbook. The biggest sourcing stream comes from collector companies that focus on businesses customers in Europe. Most of the Macbooks are collected in Germany and the United Kingdom. Leapp has a long-term contract with these collector companies to buy Macbooks after three years of usage, then the economic value is written off while the lifetime of a Macbook is much longer. Because of this Leapp can use this value. After collecting Macbooks, the used products arrive at Leapp where they are screened on quality. After screening and classification of the Macbooks, they are decomposed and all hardware pieces are checked and repaired or replaced if needed. Afterwards, the original user data is wiped and the software is being updated. Finally, the products go through a thorough cleaning procedure. Employees are trained by Apple to be able to guarantee quality of the remanufactured products. Around 8% of components cannot be re-used, these once will be recycled at a waste disposal. The iron parts are brought to a metal scrap collector. After cleaning, the Macbooks are packed and ready to be sold to a new customer. The remanufactured products are sold on the website and in the offline shops with a warranty of 24 months. This remanufacturing process is possible because to the quality of the materials used in a Macbook and the timeless design. A recent model is sold for 90% of the initial price of a new Macbook, an older version is sold for 70% of the initial price.

Challenges for LEAPP:

At an early stage the biggest challenge for Leapp was that people were unfamiliar with remanufactured Macbook, besides this people did not know the brand. A big of effort was invested in marketing of the concept and the brand. Now the main challenge is to find enough used Macbook to be able to cope with the demand⁶⁴.

Bilag 2.6 RE-TEK⁶⁵

- **Produkter:** 80% af produkterne der behandles er desktops, laptops og skærme, derudover servere, network apparater etc.
- **Værdikæde:** Store og mellemstore virksomheder og organisationer
- **Forretningsmodel:** Ekspederer 7000 ICT forbruger elektronik om måneden. Indsamler og fornyer værdien gennem reparationer, refurbishment og datasletning.
- **Land:** Storbritannien (Skotland)

Bruger kun Blancco, anser det som klart den sikreste datasletning løsning. Har lavet forsøg og testet forskellige andre muligheder, men fandt ingen med lige sås tor garanti for sikkerhed som blanco. Har ikke noget problem med kun at gøre slette data fysisk, da der kommer så mange enheder gennem deres facility at de ikke har behov for at opsøge devices på andre måder. De

⁶³ <https://leapp.nl>

⁶⁴ <http://www.remanufacturing.eu/studies/3f16822be130d2d33ddb.pdf>

⁶⁵ <https://www.re-tek.co.uk/services/it-asset-re-sale/>

tager dog også ud til kunder og laver onsite erasure hos dem, hvis det er nødvendigt. Dermed kan de redde produkter, der ellers ville være blevet shreddet⁶⁶.

Re-tek er aktivt involveret i følgende regeringsorganisationer i Storbritannien og EU i et forsøg på at give de erfaringer og oplysninger, der vil føre til forbedringer i EEE-indsamling, reparation og renovering:

- Waste Resource Action plan (WRAP); providing technical advice for lifecycle assessment and running collaborative trials that focus on sustainability in re-use over recycling in the B2B and C2B sector. Providing input to emerging circular groups such as esap whose objective is to share evidence, inform, guide and take action to increase re-use and recycling of EEE.
- Zero Waste Scotland (ZWS); reviewing and participating in alternative business model assessment and trials that will provide incentivised trade-in for EEE retailers and their customers whilst improving re-use of EEE in the C2B sector. Promoting our circular business model as an inspiration to others in different sectors. Find out more about Re-Tek's role with Zero Waste Scotland here.
- The institute for Environment and Sustainability of the European Commission –Joint Research Centre JRC; has identified our processes and systems as best practice, recently conducting a site visit to the Re-Tek premises and positively endorsing future plans.

Datasikkerhed

Er en del af ADISA: Launched in 2010, the ADISA Industry Standards for companies who participate in IT asset recovery now extend into the world of leasing, logistics, repair centre as well as the now well established IT Asset Disposal Standard. ADISA certificering skal sikre datasikkerhed⁶⁷.

Blancco uddannede ingeniører gennemfører CESH IAS5 Lower Level og Higher Level Data Erasures, støttet af en Blancco £10m pr drev forsikring.

Som følge heraf har vi været konsekvent certificeret med et "Distinction" -pas mod ADISA 'Dispositional Standard siden vores første revision. Dette er et af de højeste opnåede niveauer.

Akkreditering med ADISA indebærer uanmeldte kontrolundersøgelser af alle aspekter af vores service, herunder tilfældig retsmedicinsk test af udstyr, der har været igennem data ødelæggelsesprocessen for at sikre, at der ikke er nogen data, der kan inddrives på harddisken.

Re-tek om datasikkerhed:

There are many freeware and shareware products available that claim to erase data from magnetic media. These products have a place, but there is no guarantee or independent verification of their performance. Also, while they may have been good solutions at a point in time, technology is evolving quickly and there is no assurance that these products will be modified to keep up. This is particularly the case with SSD technology. CESH is the Information Security arm of GCHQ, and the National Technical Authority for Information Assurance within the UK. Based on the security needs of internal Government departments, CESH run an independent certification program for security products that could be used by Government agencies. Suppliers pay CESH to submit their products for rigorous testing and approval – but achieving certification gives the product a credible endorsement of its' functionality and reliability.

⁶⁶ Interview 06.09.18 (tlf: +44 1355271948)

⁶⁷ www.adisa.org.uk

Today there are a very limited number of software erasure tools that have been certified by CESG. Re-Tek use Blancco, which is certified by the UK Government's CESG Department, for higher and lower level Data Erasure (Enhanced and Baseline Data Erasure).

Video fra Zero Waste Scotland: <https://www.re-tek.co.uk/make-a-difference/shaping-the-future/>

Bilag 2.7 Green Idea tech

Est. 2014. Reklamerer med at være det første europæiske firma specialiseret i ICT Eco Management. Bedyrer stort fokus på bæredygtig udvikling, energibesparelse og den konkrete applikation af CØ-principper⁶⁸.

- Kategoriseret som en Società Benefit (Benefit Cooperation).
- Produkter: I reconditioned hardware sektor: computere, notebooks, tablets, smartphones og eksterne enheder. I regenerated print sektor: toner, inkjet, ribbons, printere og multifunctions.
- Green Idea Marketing: GIT beregner det økologiske footprint af ikt-køb og bekræfter at det skal indsættes i bæredygtighedsrapporten.
- Kunder er primært organisationer (universiteter, research centres) og virksomheder.

Bilag 2.8 Binee

Binee er et opsamlingsystem for mindre elektronikprodukter. Virksomheden, der pt har syv ansatte, har udviklet en opsamlingskasse, en Binee boks, til elektronik⁶⁹, der belønner brugeren med en voucher, der giver rabat (ml €5-25) hos forskellige virksomheder. Når e-binee-boksen er fuld, sendes de afleverede produkter til recycleren, hvor de sorteres og genbruges (så vidt muligt) eller nedbrydes i komponenter og gives til det næste genanvendelsesanslag.⁷⁰

- Forretningsmodellen er reklamefinansieret, de støttende voucher-virksomheder betaler for konceptet og får værdi i at brede deres budskab ud via Binee boksene
- Binee får penge fra voucher-virksomhederne pr indløst voucher
- Der findes pt ca. 20 Binees placeret i butikker, parkeringshuse og kulturinstitutioner primært i Letzig men også Berlin og Chemnitz.
- Binee boksene modtager alle former for elektronik, der skelnes ikke mellem kvalitet ift. hvilken voucher man modtager
- Den nuværende hovedpartner er Lebenshilfe Dresden eV⁷¹, til hvem det indsamlede udstyr doneres. De sorterer udstyret i deres 'inpuncto workshops', forbereder det til genbrug eller, hvis det ikke er muligt, demonterer det til genanvendelse. Lebenshilfe er en socioøkonomisk virksomhed, der skaber arbejde til folk på kanten af arbejdsmarkedet.
- Giver brugeren informationer om, hvad der sker med det afleverede produkt eller minimum hvor det havner.

Interessante perspektiver

- Kunne man indtænke muligheder for sponsorer/reklamer i forretningsplanen?

⁶⁸ <http://www.greenideatech.com/>

⁶⁹ For nyligt også en 'Medibinee' til gamle medicinrester

⁷⁰ <https://www.binee.com/de/e-binee/>

⁷¹ <https://www.lebenshilfe-dresden.de/de/arbeit/werkstatt/index.php>

Bilag 2.9 Neverware / CloudReady

Firmaet Neverware⁷² er en softwarevirksomhed, der udvikler og distribuerer deres eget OS kaldet CloudReady. De leverer et lettere og mindre ressourcekrævende operativsystem, der kan forbedre ydeevnen på gammel hardware – de sigter derfor på ældre computere, som kan forbedres i stedet for at blive udskiftet til nyt. Produktet er cloud-baseret og er især velegnet til brug i skoler som er virksomhedens primære kunde.

Denne type virksomhed er et anderledes perspektiv på en forretningsmodel for levetidsforlængelse via softwareopdatering og serviceydelse.

In 2015, to help schools keep pace with the cloud-computing revolution, we developed CloudReady: a lightweight operating system built on the same foundation as Google's Chrome OS, but able to run on almost any hardware. CloudReady enables schools and enterprise organizations alike to transform the PCs and Macs they already own into secure, fast machines that can be managed using Google's Chrome Device Management capabilities. Since its launch, more than 1,400 schools and districts (including the New York City Department of Education) in all 50 US states and in 24 countries around the world have used CloudReady to power their education initiatives. Today, CloudReady is used on hundreds of thousands of computers around the world for education, enterprise, and individuals via our Education, Enterprise, and Home Editions.

Mere information og videoer: <https://www.neverware.com/productinfo/>

Bilag 2.10 Norsk ombruk

Norsk Ombruk er et eksempel på et forretningsdrevet samarbejde mellem butikker og reparatører i WEEE- værdikæden.

Norsk Ombruk afhenter brugt elektronik, primært hårde hvidevarer fra Elkjøp (den norske udgave af Elgiganten), istandsætter produkterne, og videresælger disse til en række forhandlere af brugt elektronik. Alle indsamlede produkter får en stregkode, og de istandsatte produkter sælges med garanti. De ønsker at udvide deres forretning til at inkludere andre produktkategorier af forbrugerelektronik. De har en række samarbejdspartnere i form af både detailhandel og kollektive ordninger.

Norsk Ombruk har lavet et Benefits Case beskrivelse, der belyser deres sociale og miljømæssige bidrag - kunne måske inspirere ift. 1.3 (Se boks). udvikle dette vigtige arbejde. Rapporten beskriver et større spekter af virkninger og fordele, der leveres af virksomhedens remanufacturing model - for at demonstrere, hvor der er behov for yderligere arbejde - og for at inspirere andre på markedet og også andre virksomheder, der tænker på engagere sig i cirkulære økonomi overgange.

Interessante perspektiver

- Kunne det være interessant for Refurb at indgå i lignende partnerskaber, f.eks. med de kollektive ordninger?
- Ville det være værdifuldt at kigge på et databasesystem, hvor partnere kan tracke de enkelte produkter?

The Benefits Case For Remanufacturing 2017

⁷² <https://www.neverware.com>

For a fairly modest company, Norsk Ombruk is able to deliver an impressive range of benefits, which aggregate to be worth around €9.4 million in 2016. Key benefits are derived from the following value streams:

1. Customer & Societal Value: € 4,476k. Greater access and affordability, in particular for households that may be struggling on lower income.
2. Brand Value: €441k. Direct income for end-of-first-life machines, reduced cost of inventory & logistics, enhanced reputation, brand loyalty, and future-proofing the business model.
3. Resource Conservation: €2,131k. Resource extraction avoidance by keeping thousands of products active for a further five years.
4. Energy: €1,568k. Embedded energy saved through avoiding manufacture of new products, along with lifecycle energy savings from enhanced energy rating performance.
5. Carbon Price Savings: €12k. Notional carbon pricing savings – in readiness for future carbon pricing and natural capital policies.
6. Reduced Economic Leakage: €768k. A range of national economic benefits through developing remanufacturing jobs in the real economy.

Bilag 2.11 De Kringwinkel

I Flandern har man certificeret ca. 31 genbrugscenter, der indsamler, modtager, reparerer, sælger og behandler borgernes aflagte produkter. I dag har genbrugscentrene et samarbejde med de kollektive ordninger og andre aktører ift. brugt elektronik. Genbrugscentrene skaber sociale arbejdspladser, hvor der reparerer på forskellige typer produkter, som efterfølgende sælges i en tilknyttet butik. De har også lavet deres eget 'grading system'. Tilsammen omsætter de for 80 mil i de 31 centre. Centrene får støtte for at ansætte i sociale arbejdspladser, samt for at genere positiv miljøeffekt. Knap halvdelen af omsætningen kommer fra salg af genbrugelige produkter i deres tilknyttede butikker.

Interessante perspektiver

- Kunne man lave et samarbejde med de kollektive ordninger (men her er vi over i WEEE)

Bilag 2.12 Opkøb af UEE fra private

Flere internationale virksomheder arbejder med en nogenlunde ens forretningsmodel over køb og salg af elektroniske enheder fra og til private – med enkelte forskelle i variabler så som logistik og kundeforhold.

Værdikæden ser dog i alle tilfælde nogenlunde ud som følgende:

1. Kunden (kan være både privatperson og virksomhed) søger online på hjemmesiden efter det pågældende produkt, her kan der både være tale om en scroll down menu eller en søgefunktion eller en kombination af de to.
2. Kunden angiver produktet stand – der findes her mange forskellige kategorier for stand/grading
3. Kunden får et prisoverslag (quote) på produktet, der er gældende mellem 10-30 dage.
4. Kunden modtager en online portolabel eller et forsendelseskit til fx GLS eller UPS – således at transporten af produktet bliver gratis for kunden.
5. Kunden sender sit produkt til virksomheden og modtager løbende informationer om, hvor produktet befinder sig i logistik kæden.
6. Virksomheden modtager produktet og melder tilbage til kunden, om produktet modsvarer den beskrivelse af standen, som kunden tidligere har opgivet.

7. Kunden modtager den aftalte beløb inden for 2-5 dage, med mindre standen afviger markant fra det opgivne, via bankoverførsel, paypal eller check.
8. Kunden har mulighed for at annullere handlen, hvis virksomheden opgiver en ny købspris for produktet efter modtagelse. Der er ingen mulighed for annullering ved overholdelse af prisoverslaget.
9. Virksomheden sletter alle data, tester og opgraderer/refurber produkterne og gør dem klar til et nyt liv.

Overvejelser ved opkøb fra private

Samlet set er der enkelte forskelle ved de identificerede virksomheder/forretningsmodeller:

- **Produktfokus:** Mange fokuserer kun på telefoner, enkelte på næsten al forbrugerelektronik eller på kun computere
- **Produktkilder:** Generelt både virksomheder og private
- **Forretningsmodel:** Nogle virksomheder fokuserer kun på opkøb og andre har både opkøb og salg af brugte produkter.
- **Indsamling:** Nogle sender pakkekits, andre online portolabels til udprint og andre henter i egen kurrier i hjemmet eller på arbejdspladsen
- **Grading:** Nogle har meget udviklede grading principper andre har ingen faste regler. Det afhænger også af om virksomheden kun opkøber eller også sælger brugte produkter.
- **Quotes:** Der er forskel på, hvor lang tid trade-in quotes (prisindikationer) gælder. Alt fra 10-30 dage fra man har forpligtet sig til salg online til produktet skal være modtaget. Den private sælger foretrækker naturligvis den længst mulige quote-tid.
- **Udbetaling:** Der er forskel på, hvilke udbetalingsmetoder, de forskellige virksomheder benytter sig af. Det anses som en fordel med flere forskellige metoder til udbetaling, fx: Paypal, bankoverførsel, gavekort, check (er der nogen der bruger det i DK?), og også nogle, der har donationsmuligheder.

Der kan derudover udtrækkes et par generelle observationer, der kunne medtænkes i refurb udvikling af forretningsplan:

- Det kan godt være billigere at sælge sit produkt via gensalgskanaler som DBA, G&G etc., men der er mange fordele ved at sælge via en trade-virksomhed, så som at det er nemmere at sælge, da man hurtigere kommer af med produktet og har garanti for salg og at pengene modtages hurtigt. Man skal ikke bekymre sig om at blive snydt.
- Det kan være svært for den private forbruger at vælge den rigtige kategori for sit produkt, der kan overvejes flere muligheder for udvælgelse af produkttyper /mærker i forbindelse med det online prisoverslag.
- Ikke alt kan sammenlignes. England har fx større social ulighed og en større andel af økonomisk udsatte mennesker end Danmark (Equality Trust, 2014). Det kan derfor antages, at der er et større behov for adgang til billige brugte varer i fx England end Danmark, og øget genbrug kan bidrage til at skabe en højere levestandard for disse mennesker.
- Lov overholdelse er en vigtig faktor at indtænke samt kommunikere, hvordan sikrer Refurb, at der ikke sker opkøb/videresalg af hælervarer.

Vi vil i det følgende kort opridse de identificerede virksomheder.

Gazelle

- **Produkter:** Computere, tablets, iphones.
- **Værdikæde:** Private forbrugere og virksomheder
- **Forretningsmodel:** Opkøber brugte eller nye produkter, reparerer dem og sælger dem til forbrugere i de pågældende lande samt på det internationale marked. Køber og sælger til/fra private og virksomheder af alle typer.

- **Noter:** I søgningen efter sit produkt, spørger Gazelles trade-in service om at angive mærket og derefter udfylde specifikationerne fra en række drop-down-bokse, hvor man vælger ud fra specifikationer i stedet for at kigge efter specifikke bærbare modeller. Processen skulle ifølge resultere i de bedste priser ud af de seks virksomheder undersøgt af PC World⁷³. Ulemper, kan mangle nogle typer af produkter – skal opdateres jævnligt. Anmeldelser: Gazelles trustpilot ser ikke så god ud, med 1 stjerne i gennemsnit af 26 anmeldelser⁷⁴. Primært klager over at prisen nedjusteres efter modtagelse af produktet pga fejlagtig vurdering (af gazelle). I 2017 behandlede Gazelle 4,1 millioner telefoner gennem både gazelle og ecoATM. Virksomheden forventer tocifret vækst i 2018. Engrosforhandlere køber 25% af de telefoner, som Gazelle og ecoATM behandler. 300 ansatte + contract workers især ved nye iphone release⁷⁵. God video fra april 2018 beskriver gazelles forretning: <https://www.techrepublic.com/article/how-gazelle-will-turn-3-5-million-recycled-smartphones-into-quick-cash-this-year/>. Of the 2,500 phones that Gazelle receives daily, 75% are purchased for the price originally agreed upon by the customer and Gazelle, and 25% of customers are offered a lower price. Of those 25%, most accept the new offer. Gazelle will send photos of any damage, and explain why the offer is lower. Only 3% of customers ask to have their phones sent back with no sale, Brummer said.
- **Grading:** Intet fast grading system
- **Land:** USA

Zwipit

- **Produkter:** Brugte smartphones, også telefoner, der ikke virker. Efter at have forarbejdet, renoveret og klassificeret dem, eksporterer de dem til udviklingslande. Sælgeren opnår 40% af "the working price".
- **Værdikæde:** Private enkeltpersoner, små og mellemstore virksomheder, detailhandlere, supermarkeder samt telefonioperatører og forsikringsselskaber.
- **Forretningsmodel:** Opkøber brugte eller nye telefoner, reparerer dem og sælger dem til forbrugere i de pågældende lande samt på det internationale marked. Køber og sælger til/fra private og virksomheder af alle typer.
- **Noter:** Zwipit opkøber gennemsnitlig 40.000 telefoner om måneden, detail og engros, fra enkeltpersoner og virksomheder - store som små. Swipit har sin egen pickup service i stedet for portolabel eller transportkit. Produkterne indsamles fra hjemmet eller arbejdspladsen via Zwipit pickup service.
- Grading:
- **Som ny:** ingen tegn på brug, selv små ridser, slid, blå mærker eller tegn af nogen art. Skal derudover opfylde krav for "Virker"-tilstanden.
- **Virker:** batteriet virker, telefonen kan tændes og slukkes, LCD-skærmen er intakt og/eller dens funktion er korrekt. Kun til smartphones og/eller tablets: Touchscreenen er ikke beskadiget, og dens funktion er korrekt. Alle Apple-enheder skal have "Låsekoden" deaktiveret og alle iCloud-tjenester, herunder "Søg på min iPhone / iPad "deaktiveret.
- **Virker ikke** er den telefon, der ikke opfylder de ovenstående krav.
- **Land:** Portugal, Spanien, Italien og Tyrkiet.

Nextworth

- **Produkter:** Smartphones, Tablets, og Wearables (Apple og Samsung Watches)
- **Værdikæde:** Har opkøbt elektroniske forbrugerprodukter fra private siden 2005.

⁷³ https://www.pcworld.com/article/221871/best_tech_buyback_programs_and_sites.html

⁷⁴ <https://www.trustpilot.com/review/www.gazelle.com>

⁷⁵ <https://www.techrepublic.com/article/how-gazelle-will-turn-3-5-million-recycled-smartphones-into-quick-cash-this-year/>

- **Forretningsmodel:** Fungerer med samme online pris politik som de andre. Annoncerer med, at det yderligere automatisk tilgiver prisforskelle op til \$ 10⁷⁶.
- **Noter:** Annoncerede i 2013 et samarbejde med Lenovo om et trade in program⁷⁷. Linket virker ikke længere, og Nextworth virker ikke til at have nogen direkte forbindelse til Lenovo i dag. Kunne være interessant at høre, hvorfor samarbejdet stoppede og hvorfor de kun fokuserer på telefoner i dag og ikke modtager pc'er.
- **Grading:** Ingen
- **Land:** USA

Circular Computing

- **Produkter:** Computere
- **Værdikæde:** Virksomheder og private forbrugere
- **Forretningsmodel:** De genfremstiller gamle computere med 'ny kosmetisk tilstand', med nyt Duracell batteri og nyt SSD drev. Distribuerer via traditionelle forhandlerkanaler. Der er 3 års garanti, og så tilbyder de en "clear residual value" for at sikre returnering af produkterne⁷⁸.
- **Noter:** Circular Computing hævder at være den første Secondary Equipment Manufacturer (SEM) i verden, der genfremstiller (remanufacture) i stedet for at refurbere.
- **Grading:** De grader ikke produkterne, men arbejder med én grade – 'som ny', da "the difference between new and "like-new" is undetectable".
- **Land:** UK

INREGO A/B

- **Produkter:** Stationære computere, bærbare computere og telefoner
- **Værdikæde:** Erhverver hovedsagelig fra virksomheder og offentlige institutioner og sælger til de samme og også private kunder. I Sverige leverer de allerede til selskaber (f.eks. Telia), kommuner og universiteter (fx Lunds universitet)⁷⁹
- **Forretningsmodel:**
- **Noter:** Beskriver, at intet parti er for blandet, for lille, for stor eller for kompleks. Godkendt leverandør til Inrego. ISO certified operations: 9001, 14001, 27001, 18001. Bruger Inrego
- **Land:** Sverige og international

Buy back world

- **Produkter:** Opkøber smartphones, tablets, laptops, video spil systemer etc – over 30.000 produkter i 25 kategorier.
- **Værdikæde:** Virksomheder og private forbrugere
- **Forretningsmodel:** Opkøber elektronik. Man får øjeblikkeligt overslag på pris for sit produkt online, modtager en gratis shipping kit og sender sit produkt, får pengene to dage efter godkendelse.
- **Land:** USA

Best buy trade in

- **Produkter:** smartphones, tablets, laptops, video spil systemer etc
- **Værdikæde:** Virksomheder og private forbrugere

⁷⁶ <https://www.nextworth.com>

⁷⁷ <https://www.businesswire.com/news/home/20130924006028/en>

⁷⁸ <http://www.circularcomputing.com/>

⁷⁹ <https://www.inrego.com/en-en/about-inrego>

- **Forretningsmodel:** Opkøber forskellige produkter⁸⁰. Online system med overslag på pris, modtager en UPS shipping label og sender sit produkt eller afleverer det i en Best Buy store, modtager et Best Buy-gavekort. Efterfølgende bliver produktet enten solgt via Best Buy Secondary Markets kanaler eller andre Best Buy videresalgscentraler; sendt til Geek Squad® Service Centers (til refurbishing eller komponentgenbrug) eller bortskaffes ansvarligt via internt genbrugsprogram⁸¹.
- **Land:** USA; Canada, Mexico

SWAPPA⁸²

- **Produkter:** Buy and sell IT, on phones much more buy and sell all things mobile, including broken phones, flashed phones, parts and accessories.
- **Værdikæde:**
- **Forretningsmodel:** Business model targets private consumers, but probably also business. Swappa Repair Network. The Swappa Repair Network is a network of cell phone repair shops built to serve the Swappa community. The repair network provides quick, easy access to local professionals ready to fix your phone. No environmental reporting system.
- **Grading:** No information on a grading system.
- **Land:** USA

Decluttr

- **Produkter:** Elektronik (telefoner, computere etc.) og medieprodukter (dvd'er, bøger, spil etc. + Lego) i god stand.⁸³
- **Værdikæde:** Især private forbrugere
- **Forretningsmodel:** Online vurdering af produkterne, forsendelseskit og betaling dagen efter modtagelse af produktet. Minimumskrav ved handel er 10 medieprodukter eller 1 tech-produkt. Den samlede bestillingsværdi skal også være over \$ 5.. Har en app, der laver en smartphone om til en strekkode scanner, der kan scanne et produkt og give en vurdering af, hvad det er værd. For cd'er, dvd'er, spil og bøger indtastes strekkodenummeret. Med Decluttr appen scannes strekkoderne direkte telefonen. Til tech som telefoner, tabletter og bærbare, søges efter enhedsnavn. LEGO betales ud fra vægt.
- **Noter:** Har udbetalt over 250 millioner dollars til over 4 millioner kunder over hele verden. Flotte trustpilot anmeldelser.
- **Grading:** Ingen fast standard
- **Land:** UK/US

XPO IT

- **Produkter:** Opkøber: PC'er, laptops, servers, monitors etc. Især Samsung, Dell, Fujitsu, Epson, Brother, Sony, Apple, HP, Lenovo. Sælger: PC'er, Laptops, Tablets, Monitors/TFT's, Servers, Printers, Hard Drives, Telecoms, Networking, POS equipment etc.⁸⁴
- **Værdikæde:**

⁸⁰ <https://www.bestbuy.com/site/services/best-buy-trade-in/pcmcat133600050011.c?id=pcm-cat133600050011>

⁸¹

⁸² <https://swappa.com/>

⁸³ <https://www.decluttr.com/how-it-works/>

⁸⁴ https://www.xpoit.co.uk/index.php?_route_=about-us

- **Forretningsmodel:** Skal udfylde informationer om produkterne der sælges online og får tilsendt en pris pr mail. Virker mere gammeldags end de andre. Er Microsoft Registered Refurbisher.
- **Grading:** Har et meget avanceret grading system.
- **Land:** UK

REWARE

- **Produkter:** Brugte smartphones
- **Værdikæde:** Sælger refurbished/brugte smartphones til private opkøbt på internationalt marked
- **Forretningsmodel:** Opkøber fuldt funktionelle, brugte smartphones på internationalt marked, laver kvalitetstjek og refurbisher hvor nødvendigt og sælger i Sydafrika i elektronikbutikker med egenproduceret tilbehør (USB kabel og stik).
- **Noter:** Overvejelser ang. værdikæden: For at komme uoverensstemmelser med kunderne til livs omkring QC problemer, har Reware udviklet en app, der giver alle i enhedens sporbarhedskæde mulighed for at fotografere enheden med et unikt serienummer. Det betyder, at QC spores fra start til slut. Operatørerne synes godt om konceptet og ser det som en løsning på et stort problem med sporing og dokumentation af enhederne i forbindelse med transport⁸⁵.
- **Grading:** 'as is' og 'good as new'.
- **Land:** Sydafrika

Bilag 2.13 Leasing modeller

Duka

Duka sælger og leaser computere, tablets og telefoner. Leje/leasing tjenesten har ingen binding, koster 0 kr. i oprettelse, med serviceordning og fri telefonisk vejledning⁸⁶ og udskiftning af computer hvert 3. år. DukaPRO er en leasing løsning af bærbar computer, inkl. Anti-Virus fra Kaspersky, Office 365 samt software (bl.a. backups hver halve time og fjernbetjent IT-support).

Duka tilbyder også salg af telefoner (med let betjening) og iPads med en serviceordning, der vist primært er tiltænkt den ældre generation. Serviceordningen medfølger ved køb af telefon/ipad, og giver vejledning i brugen og funktionaliteten, anbefalinger og teknisk hjælp til apps samt kundeservice. Serviceordningen koster 49,- om måneden og er uden binding.

Nordic IT Rental

Udlejer forskelligt IT-udstyr (stationære, bærbare, tablets, tilbehør) med mulighed for præinstallationer. Antal leje-dage er valgfrit og langtidsudlejning (+30 dage) tilbydes også. Udlejer til bl.a. til konferencer, messer og kurser. De har et stort antal af hvert produkt, bl.a. mere end 500 iPads til udlejning. Tilbyder rabat ved leje af større antal bærbare, iPads eller iMacs. Produkterne er inkl. service, installation og levering⁸⁷.

Priseksempel

HP PROBOOK 250:

Købspris: 3999,- + serviceordning 199,-/md.

⁸⁵ <https://reware.co.za/reware-in-the-media/#1486373435328-74931c9c-71db>

⁸⁶ <https://www.dukapc.dk/hvad-er-duka/mobiltelefon/>

⁸⁷ <https://nordicirental.dk/produkt-kategori/baerbar-pc/>

Leje 299,-/md., 0 kr. i oprettelse - Ingen binding

What2do

- Dansk IT-udlejningsvirksomhed. Udlejer både kortsigtet eller langsigtet.
- Produkter: Apple iPads, iMacs, HP bærbare og stationære computere, smartphones etc.
- Rabat ved mere end 7 dages udlejning.
- Tilbyder HaaS – Hardware as a Service, der er tilpasset din virksomheds behov.
- Opererer i hele Skandinavien⁸⁸

ComputerLeasing.dk

Computerleasing.dk er en danskejet IT-virksomhed med fokus på leasing og serviceaftaler. Udlejer bærbare og stationære computere, samt tilbehør til virksomheder uden bindingsperioder. Tilknyttet en serviceaftale og mulighed for tilkøb af ekstra services. Landsdækkene serviceværksteder og telefonsupport⁸⁹. PC med serviceaftale fra kr. 350,- pr. måned. Den udvidede serviceaftale indeholder ud over standard 24 timers service ekspres fejlsøgning, Byt til nyt, Virusfjernelse samt Geninstallation af system.

Leasingaftalerne har en løbetid på 12 måneder. Der er ingen udbetaling, opstartsudgifter, faktureringsgebyrer eller skjulte gebyrer. Det er muligt at aftale en fast pris på udstyret ved udløb af aftalen (tidligst efter 12 måneder). Prisen kan oplyses ved indgåelse af aftalen.

Lenovo DAAS

Lenovo fører konceptet Devise as a Service, DAAS, En komplet IT-hardware, software og service løsning med et fast månedligt gebyr. Systemet er for virksomheder og organisationer, store og små, og hjælper med at begrænse omkostninger ved at udskifte produkter hver 3-4 år ved at tage en typisk hardwareenhed (f.eks. en bærbar computer, en tablet eller en mobiltelefon), bundte det sammen med en bred vifte af software og tjenester, og tilbyde det til en kunde til et forudsigeligt månedligt gebyr. Det giver kunderne en kontrakt og kun en udbyder at holde ansvar.

Priseksempel:

Lenovo Thinkpad: T430, 2,6 GHz, 4 GB, 120 GB SSD, 14".

Kr. 450,- for første uges

Kr. 40,-/dag efterfølgende

Lenovo Trade In

Det virker til at Lenovo har forskellige varianter af Trade In muligheder. I USA har de et samarbejde med PowerON om trade in via dem. Det er dog ikke noget de skilte voldsomt med på deres hjemmeside og der er ikke mange informationer at få om systemet ud over det sædvanlige, 30 dages gyldig pris quote, send ind gratis, få penge hvis produktet kan genbruges men modtager også gerne produkter til recycling, som så ikke giver udbetaling⁹⁰.

Derudover har de et Trade In concept i EU (inkl. DK), hvor man når man køber nye produkter kan melde sig til deres Promotion Trade in program og få penge tilbage for sit produkt efter brug. Gælder kun for visse ThinkPads, der betegnes som Qualifying products⁹¹

⁸⁸ <https://what2do.nu/om-os/>

⁸⁹ <https://computerleasing.dk>

⁹⁰ <https://www.lenovo.com/us/en/landingpage/trade-in-program/trade-in-form.html>

⁹¹ <https://lenovopromotions.co.uk/gb/en/pages/tradein/qualifying>

Andre leje/leasing

- Anylease.dk, kun langtidsleje <http://www.anylease.dk>
- Leasy: Leasy tilbyder kun langtidsleje. Er det interessant at undersøge nærmere?
- Dell: PC as a service directly from DELL: <https://www.dell.com/en-us/work/learn/pc-as-a-service>

Andre cases med få tilgængelige informationer

- Igotooffer: NYC (USA). Opkøber apple produkter og andre computere. Sælger ikke. Samme forretningsstrategi som de andre. Ikke mange informationer om virksomheden. <https://igotooffer.com/>
- Amazon Trade-In program: <https://www.amazon.com/Amazon-Trade-In/b?ie=UTF8&node=9187220011&tag=aboutcom02lifewire-20&ascsubtag=4163717%7Cgoogle.dk%7C%7C%7C47%2C36%2C51%2C70%2C21%2C10%7C1%7C>
- The Restart Project er en folkedrevet social virksomhed, der har til formål at få folk til at reparere deres eee produkter før de bliver til weee.
- Reware: Italien. En social og nonprofit italiensk virksomhed, der bidrager til miljøbeskyttelse ved at forhindre produktion af elektronisk affald, refurbere brugte computere med brug af Linux, der forlænger levetiden.
- eBay Instant Sale,
- RadioShack,
- YouRenew

Bilag 3. Evaluation of the potential for acquisition of e-products from Danish households

The data presented below was collected through the questionnaire created by the Life Cycle Engineering Center of SDU. The questionnaire consists of two parts:

1. Personal experience with electronic products – covering personal behavioral aspects related to e-products
2. Stock of e-products – questions related to e-products people have at home

The questionnaire was created in SurveyGizmo and exists only as an online version. It takes around 15 minutes to complete the first part of the questionnaire and 20-25 minutes to fill the second part. As the total time needed to complete the questionnaire is very long, an incentive was introduced. All participants who filled both parts of the questionnaire were eligible to take part in a lottery giving them a chance to win one of five laptops provided by Refurb.

The first part of the questionnaire was made to be filled on the individual level. In total, 1263 people have completed this part. In the end of the survey, each of the responders was asked if they would like to continue into the second part of the questionnaire.

The second part of the questionnaire is made to be filled on the household level. At the moment of creation of the following report, 633 complete responses were collected representing 633 separate Danish households.

Bilag 3.1 Methodology

Total potential (stock)

In the questionnaire, the data on the stock of e-products in the household is collected in four separate categories:

- *Products in use by one person*
- *Products in shared use by the household*
- *Products occasionally used*
- *Products not in use*

This data was collected for four product groups:

- *Mobile phones (including smartphones)*
- *Laptops*
- *Tablets*
- *Desktop PCs*

The preliminary analysis of data has showed that the number of products in the household varies depending on the type of the household. Each of the responders was asked to choose the type of the dwelling they live in from the following types:

- *Etegebolig-bygning, flerfamiliehus eller to-familiehus*

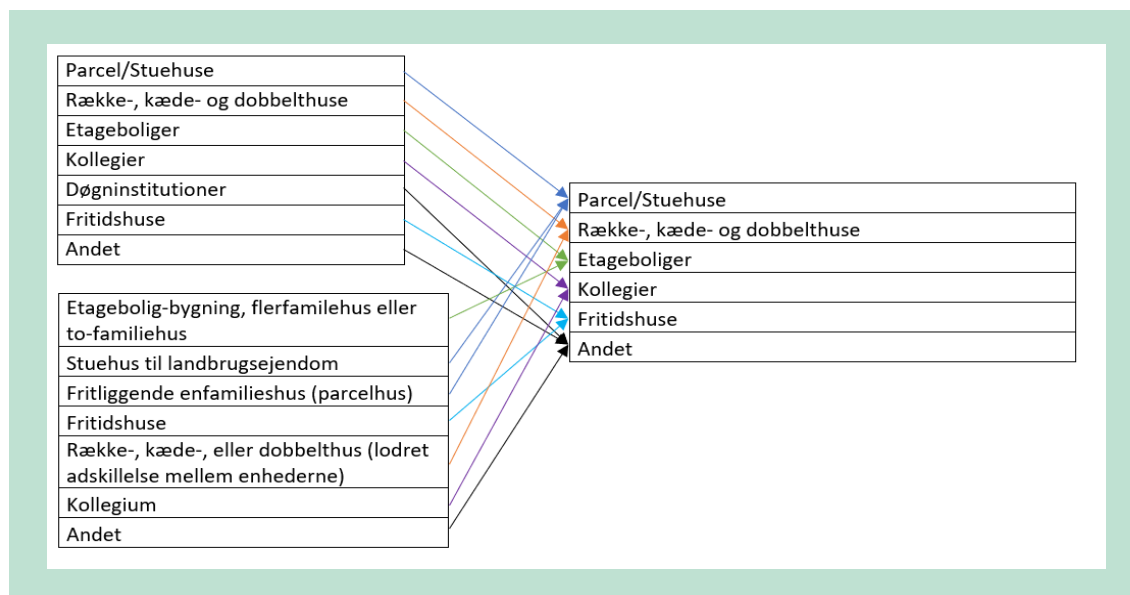
- Stuehus til landbrugsejendom
- Fritliggende enfamilieshus (parcelhus)
- Fritidshuse
- Række-, kæde-, eller dobbelthus (lodret adskillelse mellem enhederne)
- Kollegium
- Andet

These types are compatible with the official Statistics Denmark data on housing statistics.

There all dwellings are divided into the following categories:

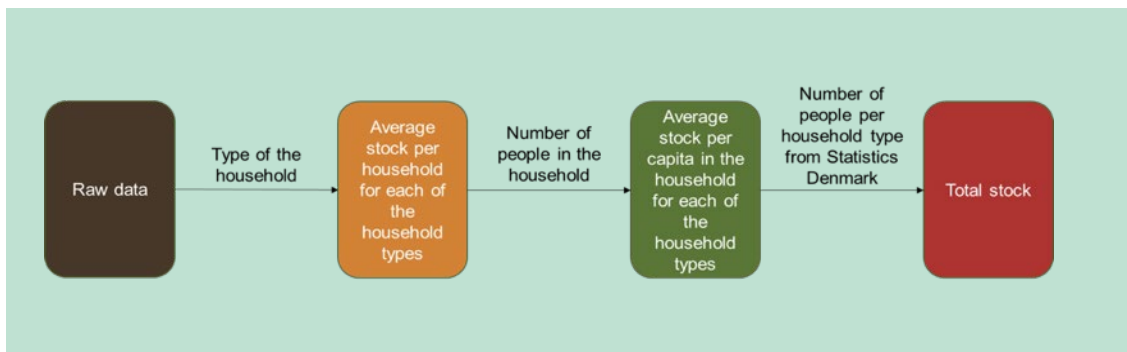
- Parcel/Stuehuse
- Række-, kæde- og dobbelthuse
- Etageboliger
- Kollegier
- Døgninstitutioner
- Fritidshuse
- Andet

As it possible to see, there are minor differences between the questionnaire groups and the Statistics Denmark groups. The final categories were obtained by merging the abovementioned groups as presented in FIGUR 73.



FIGUR 73. Relations between original and final housing type groups.

The flowchart below represents the overall process of estimation of the total stock of products in Danish households (FIGUR 74).



FIGUR 74. Stock estimation process.

The results presented in the following sections were calculated using the approach described.

Product-level information

For each of mobile phones, laptops, tablets and desktop PCs in the household, responders were asked to provide the following information:

- *Brand*
- *Model*
- *Age*
- *For products which are not in use, additionally:*
 - *For how long the product is not in use*
 - *What is the condition of the product*

Additionally, for the products which are not in use it is possible to calculate the age at which they went out of use. This is simply made by subtracting the time the product is not in use from the age of the product.

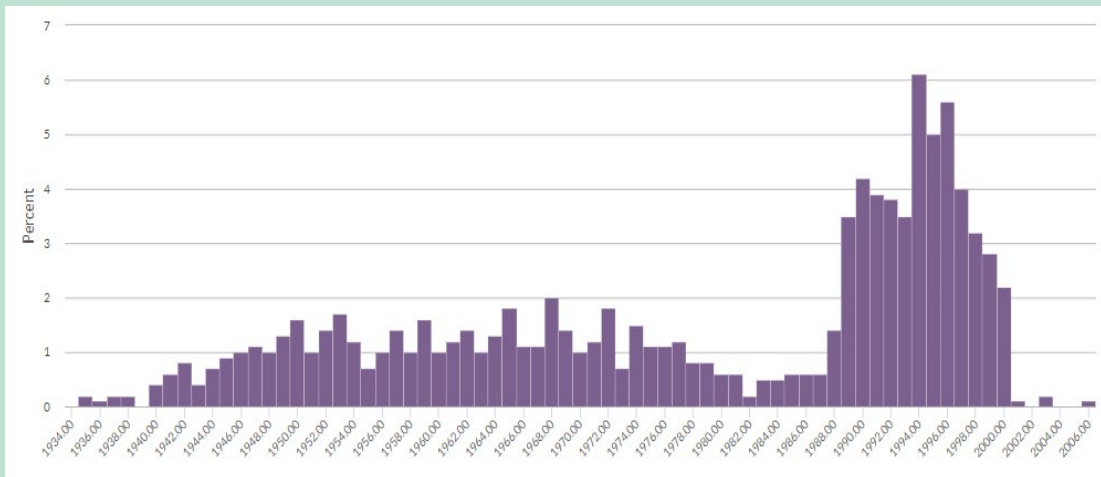
Perception of business models by citizens

As it was mentioned above, the first part of the questionnaire was dealing with various behavioral aspects and attitudes. The main body of the questionnaire consisted of 17 questions.

Moreover, each of the responders was asked to provide the following background information:

- *Where did the responder found the information about the questionnaire*
- *Gender*
- *Age*
- *Education level*
- *Occupation*
- *Income level after taxes*
- *Municipality of the residence*

The following figure shows the birth year distribution of the responders.



FIGUR 75. Responders' birth years distribution.

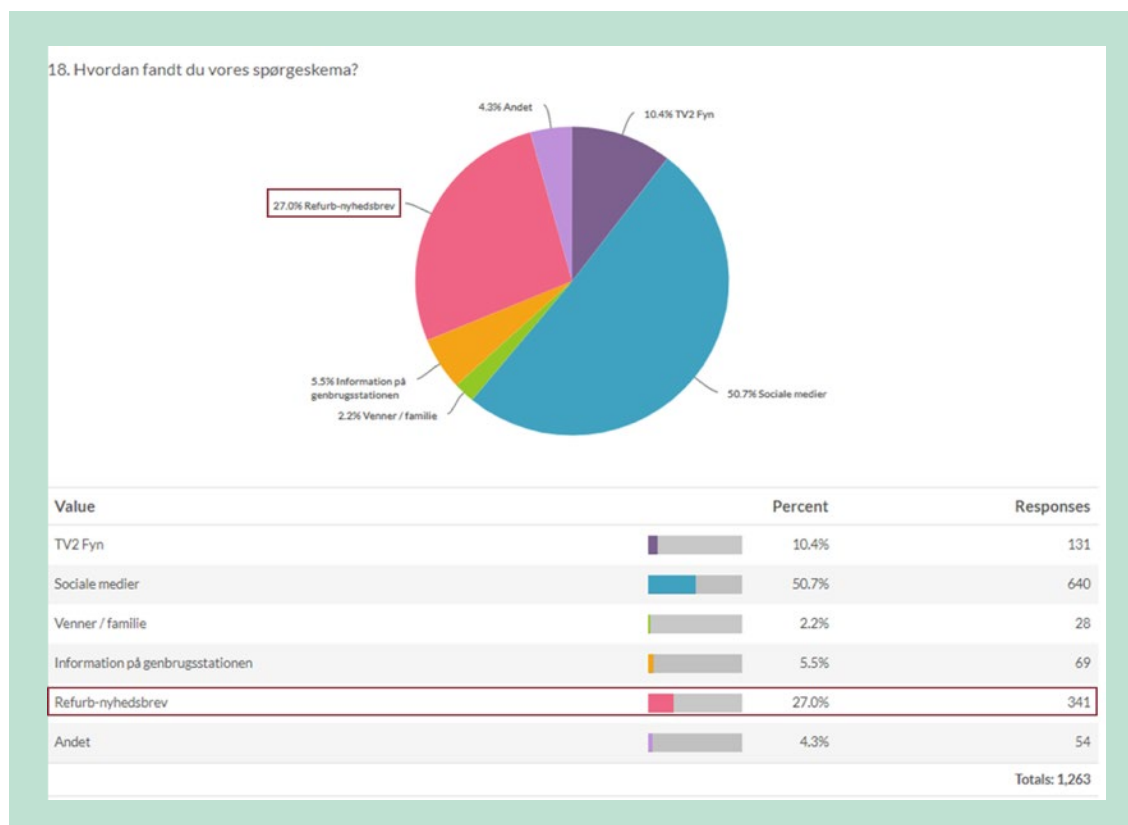
There is a clearly seen peak among the young population. At the same time, some age groups look sufficiently underrepresented. It illustrates that the sample of the questionnaire is not representative of the total Danish population. In order to adjust the sample, the weighing procedure was introduced. The sample was divided into 18 groups based on the age, gender and income level of the responders. The similar procedure was conducted for the overall Danish population obtained from the Statistics Denmark. For each of the groups, the weight representing the difference between the population distribution and the sample distribution was calculated. Figure 56 shows the age-gender-income distributions for the sample and the Danish population as well as the obtained weights.



FIGUR 76. Age-gender-income distributions for the sample and the Danish population and the correction weights.

All questions in the questionnaire except of the background information were not compulsory. It means, that total number of people answered each of the question varies. In order to account for that, the weighting procedure described above was conducted for each of the questions separately.

Another source of bias was identified to be the source where responders found the information about the questionnaire. One of the channels was a newsletter distributed by Refurb. About 27% of responders found out about the questionnaire from it (FIGUR 77).



FIGUR 77. Distribution of sources where the responders found the information about the questionnaire.

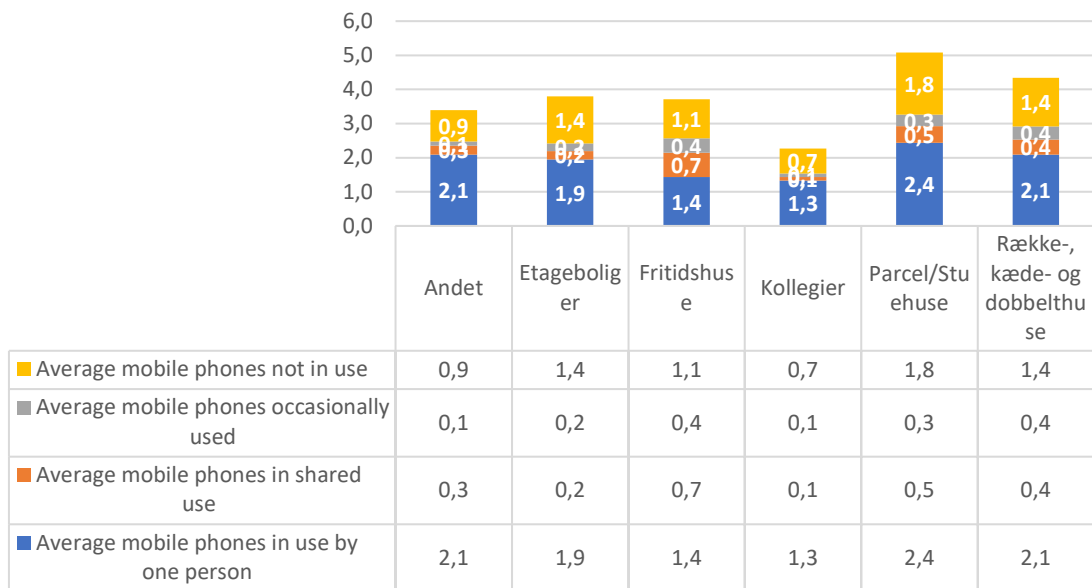
It is expected that people who are subscribed to a newsletter from a company-refurbisher are generally more aware and supportive of the circular economy business models and are not representative of the overall Danish population. Due to this fact, this part of the sample was excluded from the overall sample before the weighing and analysis. All information on the personal preferences, behavioral aspects and perception of different CE business models presented in the report was processed as described in this section.

Bilag 3.2 Results

Stock of mobile phones

The figure below shows the average number of mobile phones for different types of households.

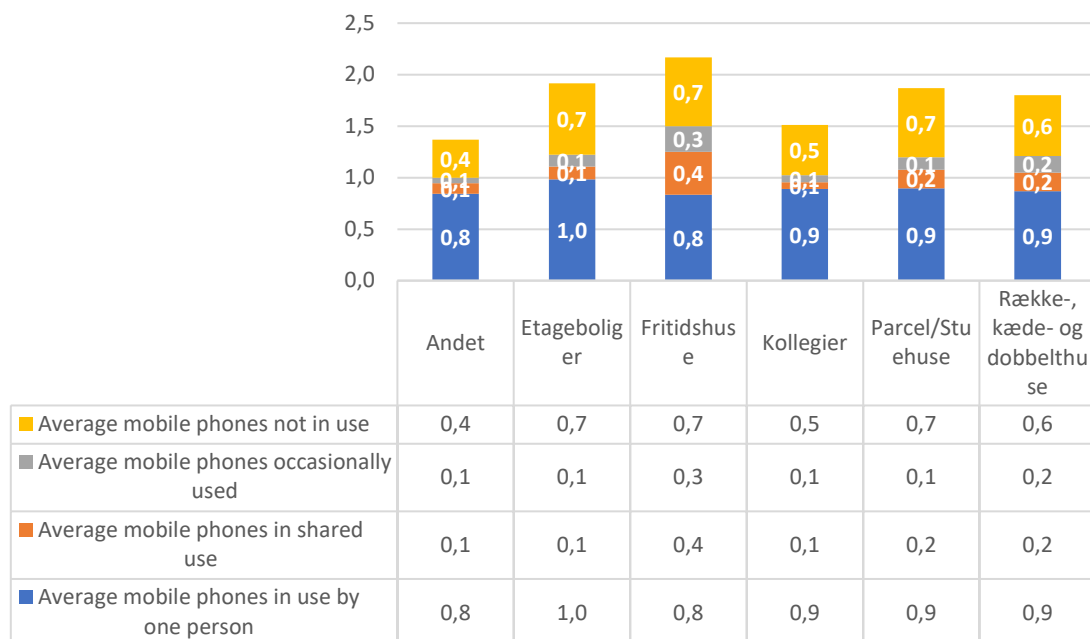
Average number of mobile phones for different household types (per household)



FIGUR 78. Stock of mobile phones per household.

It is possible to see that there is a sufficient variation between different household types. In many cases this is due to the difference in the average number of people living in the household. It is possible to normalize it by dividing the average number of devices in the household by the average number of people in the household. FIGUR 79 shows the result of such operation.

Average number of mobile phones for different household types (per person in the household)



FIGUR 79. Stock of mobile phones per capita in the household.

Using these per capita numbers, it is possible to calculate the total stock of mobile phones for all four stock types (TABEL 18).

TABEL 18. Stock of mobile phones in Denmark.

Type of the household	Total population living in the corresponding household type	Total mobile phones in use by one person	Total mobile phones in shared use	Total mobile phones occasionally used	Total mobile phones not in use	Total antal of mobile phones
Andet	33 081	27 858	3 482	1 741	12 188	45 269
Etageboliger	1 853 856	1 825 040	225 729	216 123	1 287 133	3 554 024
Fritidshuse	37 448	31 207	15 603	9 362	24 965	81 137
Kollegier	43 404	38 581	2 894	2 894	21 220	65 588
Parcel/Stuehuse	3 019 887	2 705 391	541 524	371 557	2 027 751	5 646 223
Række-, kæde- og dobbelthuse	760 013	659 632	136 413	123 421	448 213	1 367 678
Grand Total	5 747 689	5 287 708	925 645	725 098	3 821 470	10 759 920

Hibernating stock details

Hibernating stock is represented by devices which are not in use anymore.

Brands

Table below shows the share of different brands in the analyzed sample of the hibernating stock of mobile phones and their average age.

TABEL 19. Brands and age of mobile phones in the hibernating stock.

Brand	Share of the total	Average age, years
Nokia	23%	9,4
Apple	23%	5,1
Samsung	17%	5,7
Sony Ericsson	7%	9,4
Huawei	7%	3,7
HTC	5%	6,1
Sony	5%	5,3
Andet	4%	8,3
LG	3%	6,1
Motorola	2%	10,4
Microsoft	2%	4,5
OnePlus	1%	4,4
Alcatel	1%	10,0
BlackBerry	0%	11,3
Lenovo	0%	12,0
Acer	0%	3,0
ZTE	0%	7,0
Philips	0%	5,0
Grand Total	100%	6,8

It is possible to see that old Nokia phones and Apple smartphones (mostly gen.4 and gen.5) are representing more than a half of the hibernating mobile phones.

Condition

TABEL 20 shows the percentage of the devices in different condition and their average age.

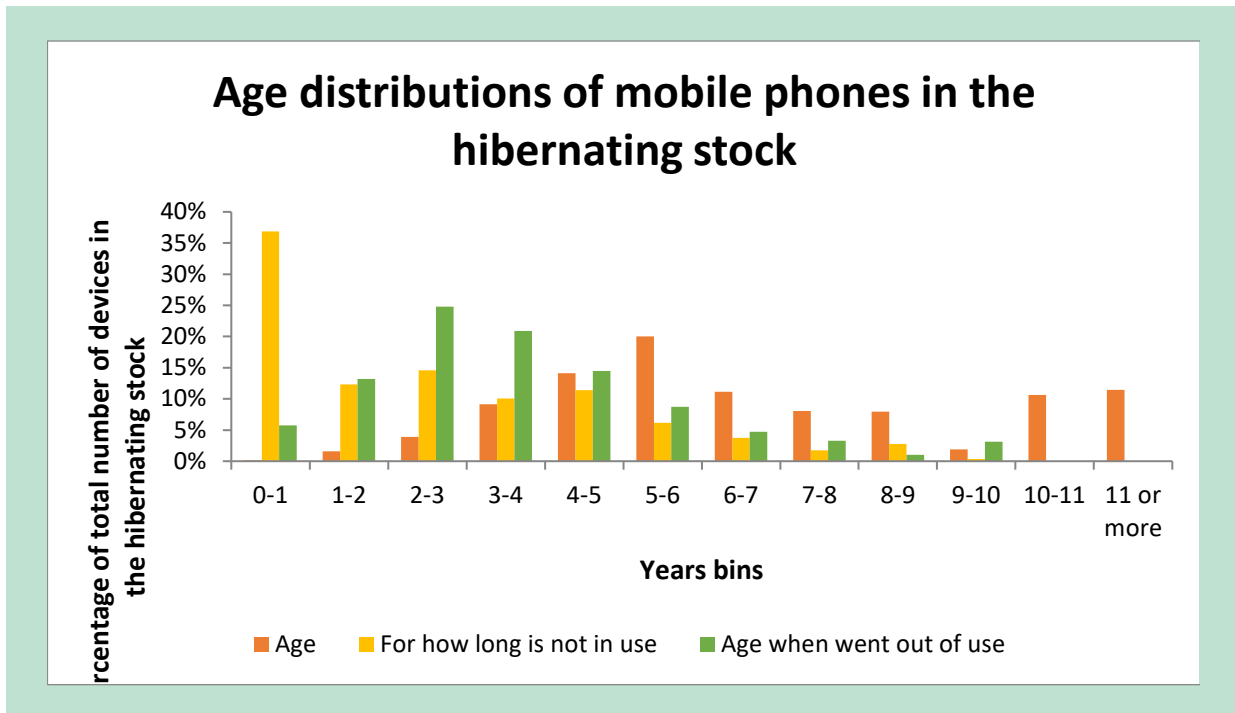
TABEL 20. Condition of mobile phones in the hibernating stock.

Condition	Share of the total hibernating stock	Average age, years
Fungerer ikke	21%	6,8
Funktional (betydelig slitage)	24%	6,9
Funktional (nogle dele mangler eller i stykker)	15%	6,3
Funktional (lille slitage)	31%	6,7
Funktional (som ny)	9%	6,3
Grand Total	100%	6,7

Only 21% of all mobile phones in the hibernating stock are not functioning. The average age of the devices in different condition is almost the same.

Age distributions

The figure below shows age distributions for mobile phones in the hibernating stock.



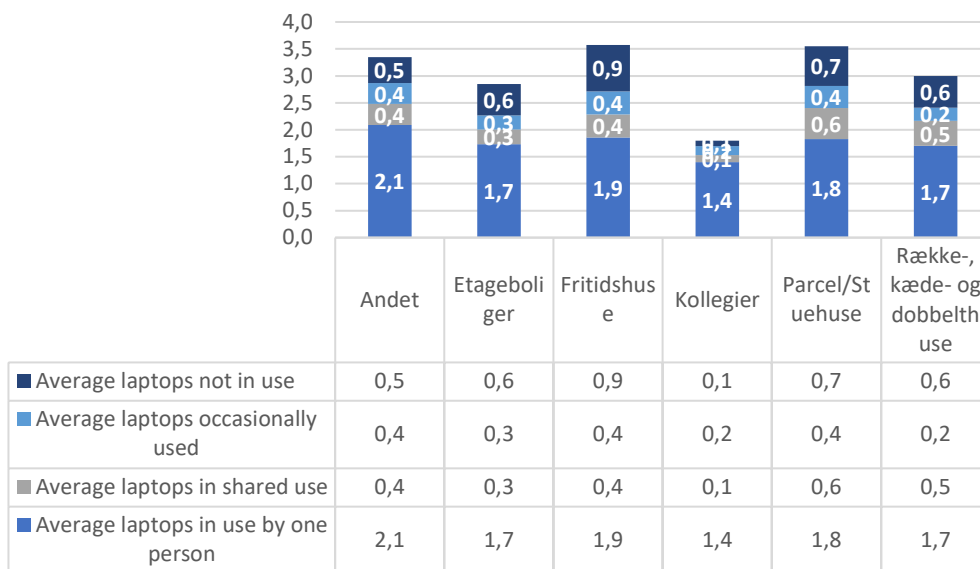
FIGUR 80. Distributions for age, not in use period and age when went out of use for mobile phones in the hibernating stock.

The averages calculated from the collected data for mobile phones are:

- Average age – 6.7 years
- Average period during which the device was not in use – 2.8 years
- Average age when the device went out of use – 3.9 years

Bilag 3.3 Stock of laptops

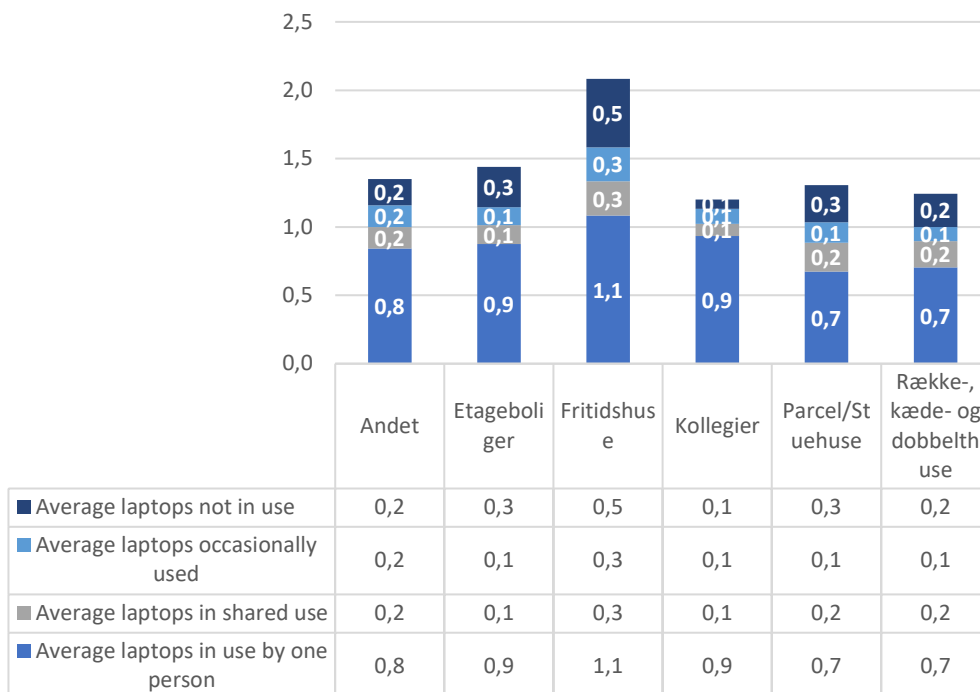
The figure below shows the average number of laptops for different types of households.



FIGUR 81. Stock of laptops per household.

All household types apart than “Kollegier” have more than 2.5 laptops per household. “Parcel/Stuehuse” and “Fritidshuse” have the largest total and hibernating stocks of laptops (per household).

FIGUR 82 shows the normalized per capita stock of laptops in the household.



FIGUR 82. Stock of laptops per capita in the household.

“Fritidshuse” household type features by far the highest per capita stock of laptops. It is worth mentioning that the sample of this household type was relatively low – 7 households – and the presented anomaly can be resulted from this.

The total stock of laptops in Denmark calculated using the data presented in FIGUR 82 and population distribution from the Statistics Denmark is shown in the table below.

TABEL 21. Stock of laptops in Denmark.

	Total population living in the corresponding household type	Total laptops in use by one person	Total laptops in shared use	Total laptops occasionally used	Total laptops not in use	Total stock of laptops
Andet	33 081	27 858	5 223	5 223	6 384	44 688
Etageboliger	1 853 856	1 623 325	254 545	244 940	547 512	2 670 321
Fritidshuse	37 448	40 569	9 362	9 362	18 724	78 017
Kollegier	43 404	40 510	3 858	4 823	2 894	52 085
Parcel/Stuehuse	3 019 887	2 031 704	640 343	450 611	822 168	3 944 826
Række-, kæde- og dobbelthuse	760 013	535 907	146 156	77 950	185 131	945 144
Grand Total	5 747 689	4 299 872	1 059 487	792 909	1 582 813	7 735 081

Hibernating stock details

Hibernating stock is represented by devices which are not in use anymore.

Brands

Table below shows the share of different brands in the analyzed sample of the hibernating stock of laptops and their average age.

TABEL 22. Brands and age of laptops in the hibernating stock.

Brand	Share of the total	Average age, years
HP	20%	7,8
Acer	17%	7,6
Lenovo	15%	6,4
Asus	9%	7,2
Apple	9%	6,7
Andet	6%	8,9
Dell	6%	8,8
Compaq	4%	11,5
IBM	2%	13,1
Samsung	2%	7,7
MSI	2%	6,8
Packard Bell	2%	8,2
Toshiba	2%	8,6
Fujitsu	2%	8,3

Microsoft	1%	4,7
LG	1%	6,5
Sony	0%	6,0
ABook	0%	8,0
Clevo	0%	5,0
Grand Total	100%	7,8

HP is the most common brand in the hibernating stock. Lenovo is the third most popular but hibernating laptops of this brand are sufficiently newer than HP's or Acer's.

Condition

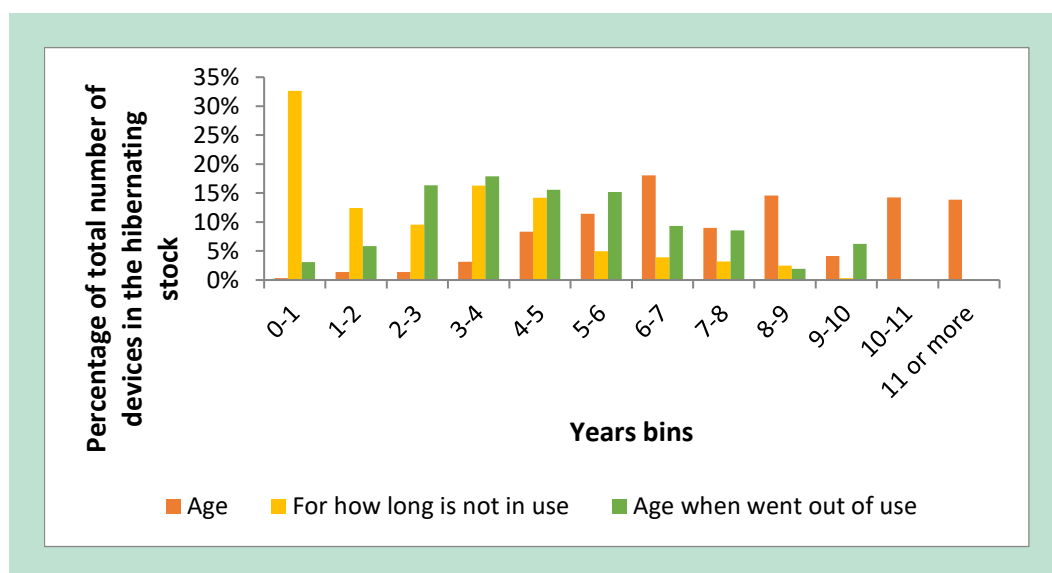
TABEL 23 shows the percentage of the devices in different condition and their average age.

TABEL 23. Percentage of the devices in different condition and their average age.

Condition	Share of the total hibernating stock	Average age, years
Fungerer ikke	30%	8,2
Funktional (betydelig slitage)	25%	8,3
Funktional (nogle dele mangler eller i stykker)	14%	7,5
Funktional (lille slitage)	26%	7,4
Funktional (som ny)	5%	6,4
Grand Total	100%	7,8

Age distributions

The figure below shows age distributions for laptops in the hibernating stock.



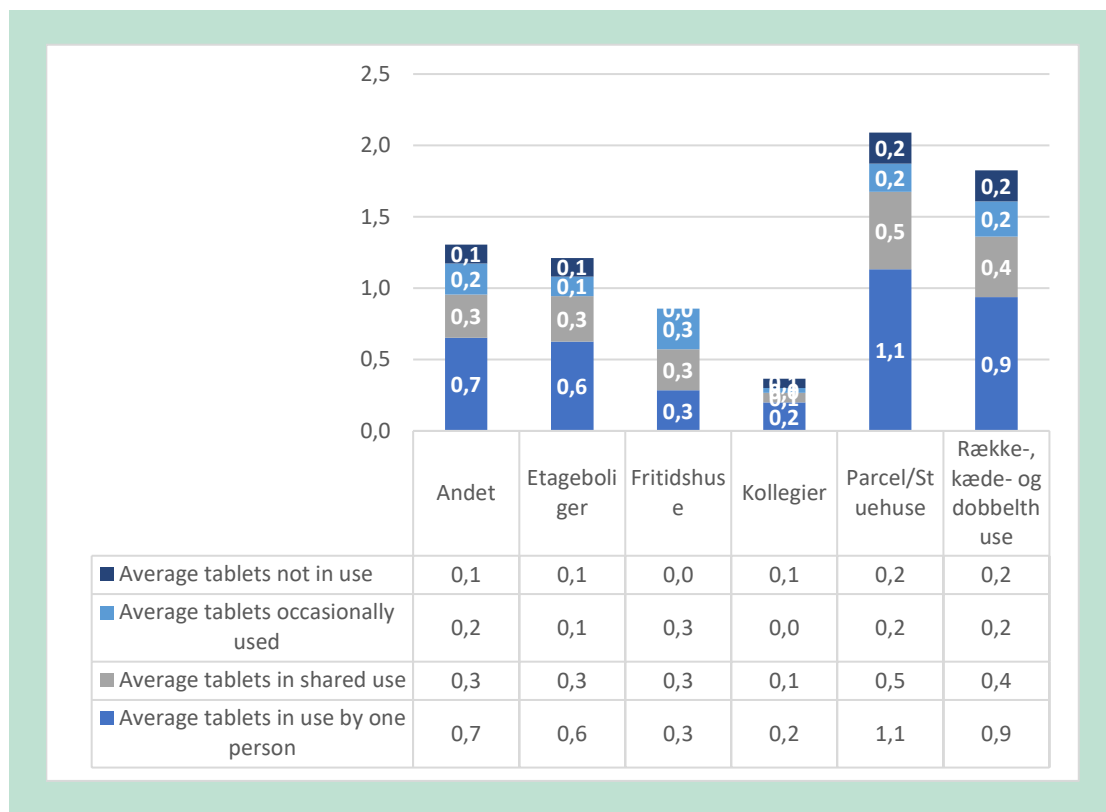
FIGUR 83. Distributions for age, not in use period and age when went out of use for laptops in the hibernating stock.

The averages calculated from the collected data for laptops are:

- Average age – 7.8 years
- Average period during which the device was not in use – 2.9 years
- Average age when the device went out of use – 5.1 years

Stock of tablets

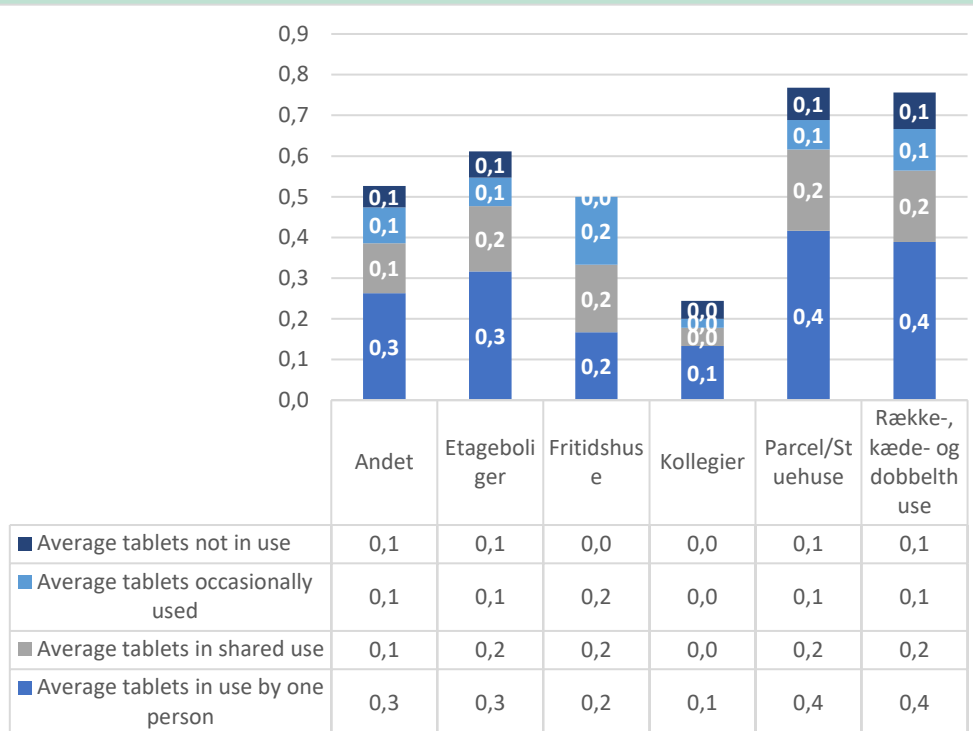
The figure below shows the average number of tablets for different types of households.



FIGUR 84. Stock of tablets per household.

Tablets are sufficiently less popular devices than mobile phones and laptops and on average there are 1.7 tablets per household. Another interesting feature which can be seen from the figure above is that large number of tablets are shared by households.

FIGUR 85 shows the normalized per capita stock of laptops in the household.



FIGUR 85. Stock of tablets per capita in the household.

- The per capita stock of tablets is small compared to laptops or mobile phones and is less than 0.8 tablets per capita. Just ¼ of people living in “Kollegier” owns a tablet.
- The total stock of tablets in Denmark calculated using the data presented in FIGUR 85 and population distribution from the Statistics Denmark is shown in the table below

TABEL 24. Stock of tablets in Denmark.

Type of the household	Total population living in the corresponding household type	Total tablets in use by one person	Total tablets in shared use	Total tablets occasionally used	Total tablets not in use	Total stock of tablets
Andet	33 081	8 706	4 063	2 902	1 741	17 411
Etageboliger	1 853 856	585 934	297 770	129 674	120 068	1 133 446
Fritidshuse	37 448	6 241	6 241	6 241	0	18 724
Kollegier	43 404	5 787	1 929	965	1 929	10 610
Parcel/Stuehuse	3 019 887	1 256 969	604 768	217 400	241 117	2 320 253
Række-, kæde- og dobbelthuse	760 013	295 561	133 165	77 950	68 206	574 882
Grand Total	5 747 689	2 159 197	1 047 935	435 132	433 061	4 075 326

Hibernating stock details

Hibernating stock is represented by devices which are not in use anymore.

Brands

Table below shows the share of different brands in the analyzed sample of the hibernating stock of laptops and their average age.

TABEL 25. Brands and age of tablets in the hibernating stock.

Brand	Share of the total	Average age, years
Apple	36%	5,9
Andet	22%	4,6
Samsung	16%	5,7
Lenovo	7%	3,2
Acer	7%	4,0
ASUS	5%	6,5
Microsoft	4%	6,0
Medion	2%	4,0
HP	1%	3,0
Grand Total	100%	5,2

Apple devices are the most common in the hibernating stock of tablets. Interestingly enough, there is a large share of smaller "Other" brands in the hibernating stock – 22%.

Condition

TABEL 26 shows the percentage of the devices in different condition and their average age.

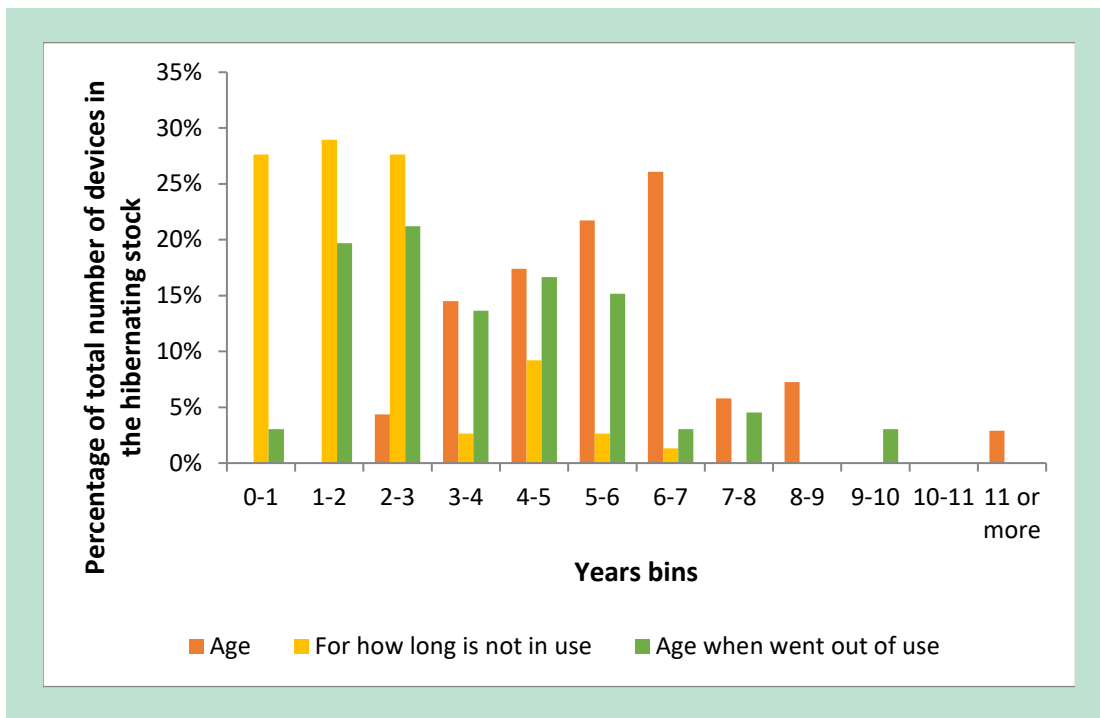
TABEL 26. Condition of tablets in the hibernating stock.

Condition	Share of the total hibernating stock	Average age, years
Fungerer ikke	17%	5,2
Funktionel (betydelig slitage)	18%	4,8
Funktionel (nogle dele mangler eller i stykker)	12%	5,3
Funktionel (lille slitage)	41%	5,9
Funktionel (som ny)	11%	4,0
Grand Total	100%	5,3

More than a half of tablets in the hibernating stock is like new or having very little signs of wear.

Age distributions

The figure below shows age distributions for laptops in the hibernating stock.



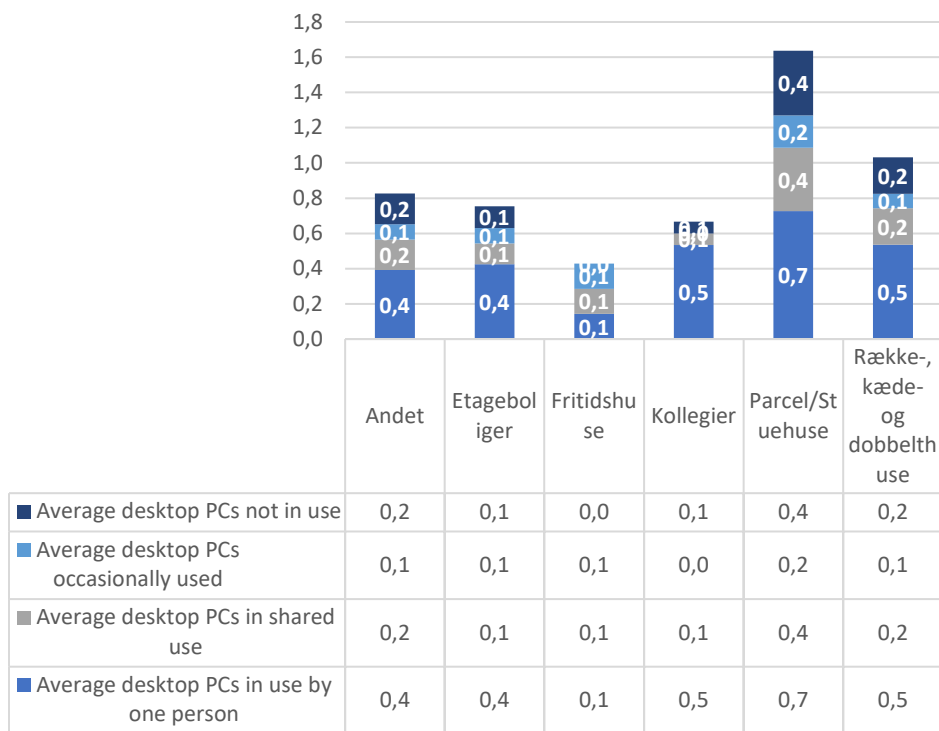
FIGUR 86. Distributions for age, not in use period and age when went out of use for tablets in the hibernating stock.

The averages calculated from the collected data for tablets are:

- Average age – 5.3 years
- Average period during which the device was not in use – 1.6 years
- Average age when the device went out of use – 3.6 years

Bilag 3.4 Stock of desktop PCs

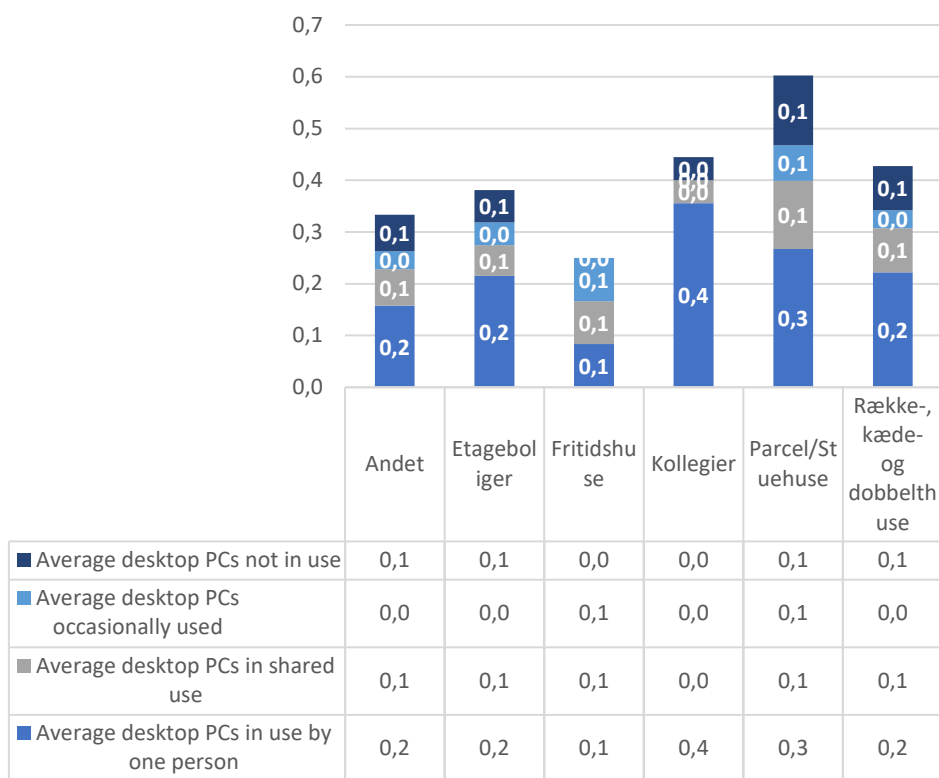
The figure below shows the average number of desktop PCs for different types of households.



FIGUR 87. Stock of desktop PCs per household.

It can be seen from the figure that "Parcel/Stuehuse" household type features by far the highest number of desktop PCs per household.

FIGUR 88 shows the normalized per capita stock of desktop PCs in the household.



FIGUR 88. Stock of desktop PCs per capita in the household.

The normalized per capita values are more similar to each other compared to per-household values. Interestingly enough, "Kollegier" household type features the second highest per-capita stock of desktop PCs.

The total stock of desktop PCs in Denmark calculated using the data presented in FIGUR 88 and population distribution from the Statistics Denmark is shown in the table below.

TABEL 27. Stock of desktop PCs in Denmark.

Type of the household	Total population living in the corresponding household type	Total desktop PCs in use by one person	Total desktop PCs in shared use	Total desktop PCs occasionally used	Total desktop PCs not in use	Total stock of desktop PCs
Andet	33 081	5 223	2 321	1 161	2 321	11 027
Etageboliger	1 853 856	398 627	110 463	81 647	115 266	706 002
Fritidshuse	37 448	3 121	3 121	3 121	0	9 362
Kollegier	43 404	15 433	1 929	0	1 929	19 291
Parcel/Stuehuse	3 019 887	806 357	399 226	205 542	407 131	1 818 257
Række-, kæde- og dobbelthuse	760 013	168 892	64 958	25 983	64 958	324 792
Grand Total	5 747 689	1 397 653	582 018	317 453	591 606	2 888 730

Hibernating stock details

Hibernating stock is represented by devices which are not in use anymore.

Brands

Table below shows the share of different brands in the analyzed sample of the hibernating stock of desktop PCs and their average age.

TABEL 28. Brands and age of desktop PCs in the hibernating stock.

Brand	Share of the total	Average age, years
Andet	51%	8,1
HP	23%	10,6
Apple	10%	9,7
Acer	9%	6,4
Asus	5%	10,0
Lenovo	2%	8,0
Grand Total	100%	8,8

Most of the devices in the hibernating stock are self-made no-brand desktop PCs.

Condition

TABEL 29 shows the percentage of the devices in different condition and their average age.

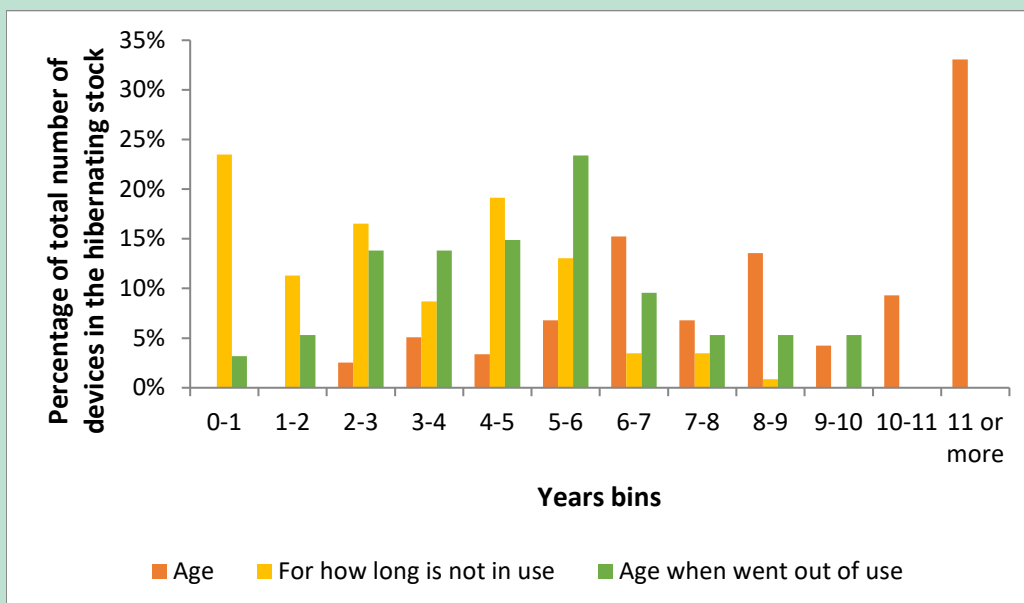
TABEL 29. Condition of desktop PCs in the hibernating stock

Condition	Share of the total hibernating stock	Average age, years
Fungerer ikke	15%	13,4
Funktionel (betydelig slitage)	18%	10,2
Funktionel (nogle dele mangler eller i stykker)	18%	9,7
Funktionel (lille slitage)	32%	9,6
Funktionel (somy)	17%	7,1
Grand Total	100%	9,9

Up to 50% of desktop PCs in the hibernating stock are in good condition although the average age of these is very high.

Age distributions

The figure below shows age distributions for desktop PCs in the hibernating stock.



FIGUR 89. Distributions for age, not in use period and age when went out of use for desktop PCs in the hibernating stock.

The averages calculated from the collected data for tablets are:

- Average age – 9.9 years
- Average period during which the device was not in use – 3.6 years
- Average age when the device went out of use – 6.4 years

Bilag 3.5 Evaluation of the potential for refurbishing companies

The total potential of the stock of e-products in household for refurbishing companies can be separated into three categories based on the availability of products:

- *Readily available* – products which are not in use and can be easily acquired
- *Available with restrictions* – products which are occasionally used. They can be acquired but at a higher price than products which are not in use. Users need some incentive to let these go
- *Soon to become available* – products in use which are nearing or already exceeding their average total lifetime

The age at which a device becomes available can be taken from the statistics presented above. In a simplified approach, it can be assumed that “Average age when device went out of use” represents the average lifetime of a product. For example, for mobile phones it is 3.9 years. All devices which are older than 2.9 years right now will become available by the end of the next year.

Using the data presented in the previous sections and the methodology described above it is possible to estimate the total number of devices which are available or will become available by the end of the next year (TABEL 30).

TABEL 30. Total acquisition potential for refurbishing companies by the end of 2019.

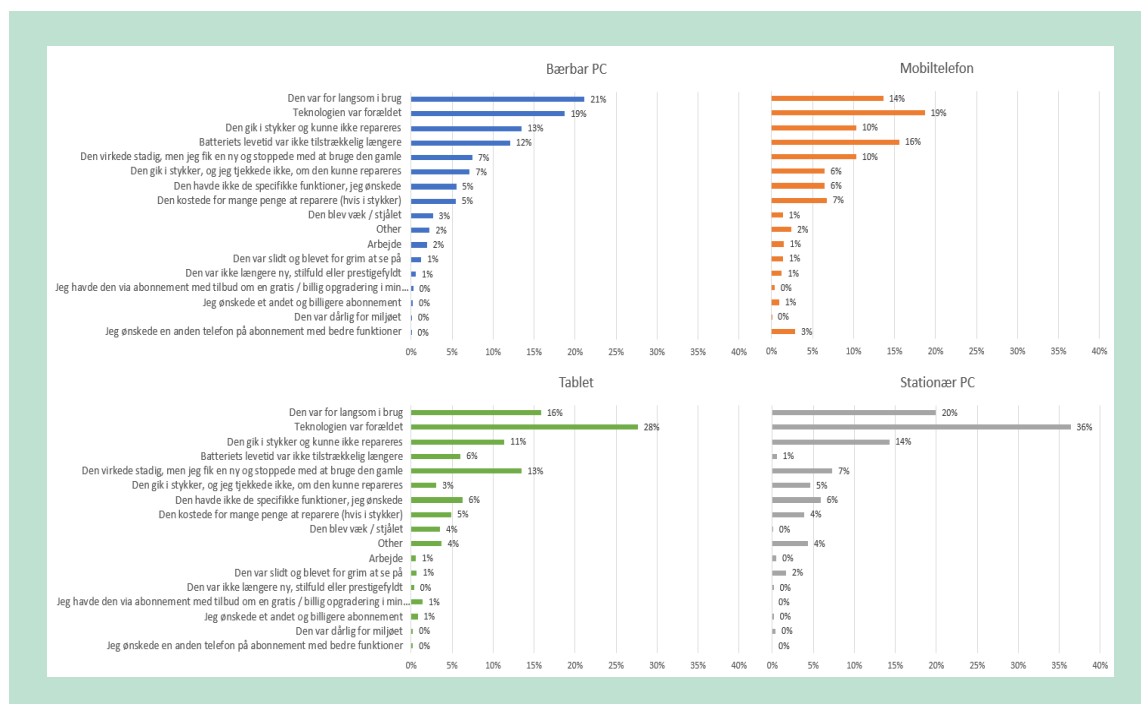
Device type	Readily available	Available with re- strictions	Soon to become available	Total
Mobile phones	3 026 678	725 098	2 355 491	6 107 267
Laptops	1 113 075	792 909	1 962 101	3 868 085
Tablets	433 061	435 132	1 962 417	2 830 610
Desktop PCs	591 606	317 453	576 407	1 485 466

Bilag 3.6 Behavioural aspects and perception of CE business models

After establishing that there is a great potential for acquiring e-products from the households, it is important to understand what the possible obstacles for implementation of CE business models are and how to construct these business models in an optimal way and make them attractive for public. The following chapter is providing insights from the questionnaire and answering these questions.

The faith of devices going out of use

Firstly, we learned what are the reasons why people are stopping using their devices. FIGUR 90 shows the result.



FIGUR 90. Reported reasons for replacing a device.

FIGUR 90 shows that malfunction is not the most common reason for replacing a device which means that most of the devices are still functional when going out of use. For mobile phones, tablets and desktop PCs the main reason for the replacement is the outdated technology while for laptops it is slowness in use. In many cases the insufficient performance of laptops might be due to software issues and might be fixed easily by reinstalling of the system or minor upgrades such as memory or hard drive. These procedures are well established among refurbishment companies and these devices might have a high value for them.

Another common reason why devices are going out of use is insufficient battery life. For mobile phones it is the second most common reason and for laptops it is the fourth. Like the software issues, the battery replacement is an easy procedure, so these devices might be attractive for refurbishers to acquire.

There is a high share of devices which were replaced only because their users got a new one – 13% of tablets, 10% of phones, 7% of PCs. Since these devices can just be simply reused, they represent the most attractive category for the further reuse or refurbishment.

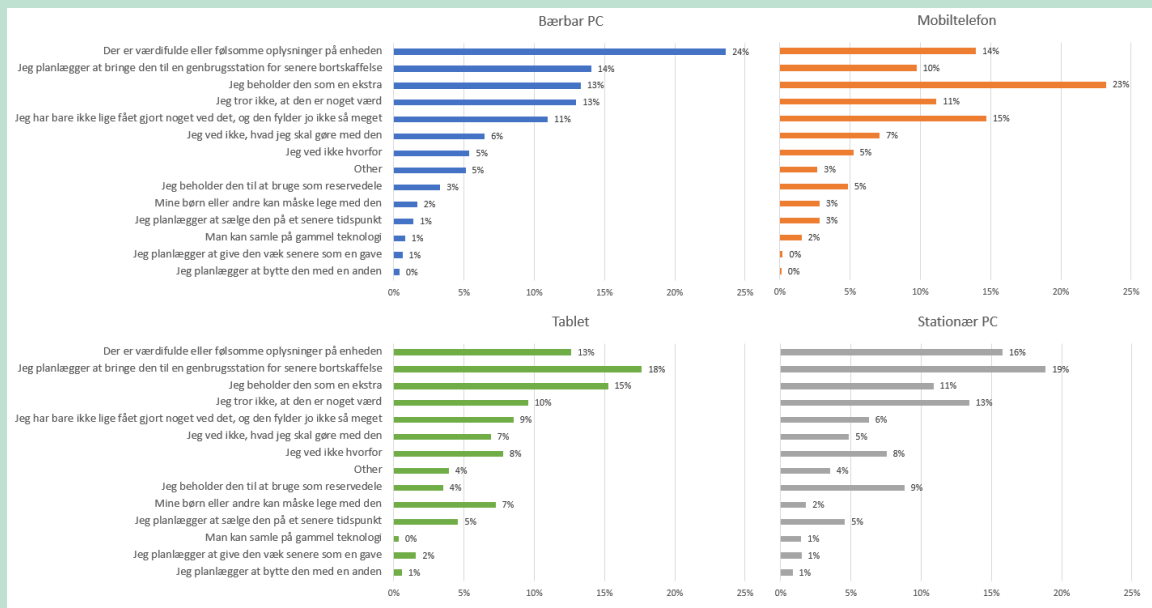
What happens to the devices once they were replaced? – FIGUR 91 provides an insight.



FIGUR 91. What did you do to your previous device once it was replaced?

It can be seen that for mobile phones laptops and tablets the most popular answer was “I store it at home”. Only desktop PCs are more likely to end up in the recycling station rather than being stockpiled at home. These findings are highlighting the potential hidden inside of Danish households.

The reasons for storing devices which went out of use at home are presented in FIGUR 92. For laptops the most important reason for storing old devices at home is that there is a sensitive information stored on the hard drive. For other devices this also an important TOP-3 factor. If people will be more aware of professional data erasure procedures refurbishing companies are using, it might encourage them to sell their devices to a refurbisher instead of just keeping them at home.



FIGUR 92. Reported reasons for storing out of use devices.

Perception of second-hand and refurbished products

In order to develop a successful business model involving sales of used/refurbished products, it is important to have an understanding of how people perceive them. The questionnaire featured a series of question dedicated to this topic. Each question had a list of options and the responders were asked to rate all of them on a scale from very important to unimportant.

Firstly, we asked what the reasons for not buying second-hand/refurbished ICT devices are. The concern of the product not having a warranty comparable to the new one is by far the biggest one according to the results obtained (TABEL 31).

TABEL 31. Reasons for not buying second-hand/refurbished ICT products.

Option	Meget væsentligt	Lidt væsentligt	Uvæsentligt	Ikke sikker
Vil gerne have en vis garanti for funktion og levetid	66%	26%	6%	2%
Vil ikke virke så godt som nyt	47%	33%	13%	7%
Har ikke de nyeste funktioner	45%	32%	18%	4%
Vil gå i stykker hurtigere end nyt	41%	34%	17%	9%
Ved ikke, hvordan det blev istandsat	40%	34%	17%	8%
Lettere at købe nyt	40%	35%	22%	3%
Ved ikke, om tidligere ejer brugte det korrekt	42%	28%	23%	7%
Ville være bange for, at softwaren ikke var opdateret	38%	31%	26%	6%
Koster lige så meget som nyt	23%	36%	22%	19%
Var ikke rigtig klar over, at det er en mulighed	15%	14%	52%	18%
Jeg har tidligere købt brugt / istandsat, men har dårlig erfaring med det	7%	11%	47%	34%

When asked what the reasons for buying second-hand/refurbished products are, the lower price and environmental benefits were the two most important ones (TABEL 32).

TABEL 32. Reasons for buying second-hand/refurbished ICT products.

Option	Meget væsentligt	Lidt væsentligt	Uvæsentligt	Ikke sikker
Det er billigere end nyt	64%	27%	7%	2%
Det er mere miljøvenligt	64%	24%	9%	3%
Lignende eller samme kvalitet og ydeevne	53%	35%	6%	5%
Jeg blev anbefalet at gøre det	11%	25%	53%	11%
Det er trendy	7%	13%	76%	5%
Fordi andre gør det	3%	9%	81%	7%

In order to understand which channels are currently preferred for buying second-hand products, we asked responders to rate how they would more likely to acquire them: from a professional refurbisher, from family/friends or from an online second-hand platform (dba.dk, Facebook etc.). Buying from a refurbishment company was by far the most preferred option (TABEL 33).

TABEL 33. Preferred channels for buying second-hand/refurbished ICT products.

Option	Meget sandsynligt	Lidt sandsynligt	Ikke sandsynligt	Ikke sikker
Gennem professionelle virksomheder, der istandsætter produktet, opdaterer softwaren og giver en vis garanti	77%	16%	5%	2%
Direkte fra familie, venner og bekendte	45%	39%	13%	3%
Gennem platforme for brugte produkter som fx DBA, guloggratis, facebook-grupper el. lign.	15%	22%	54%	9%

Later we asked responders what the most important factors guiding their decision of buying or not buying a second-hand ICT product are. The first two most important options are related to trust. People are willing to know the person or the company they are buying the device from and in case it is a company, they want to be sure it is professionally refurbished (TABEL 34). Interestingly enough, the option of low price is only at the fifth place.

TABEL 34. Importance of different factors when buying second-hand/refurbished ICT products.

Option	Meget væsentligt	Lidt væsentligt	Uvæsentligt	Ikke sikker
At jeg har tillid til den person/den virksomhed, jeg køber det af	88%	10%	1%	1%
At det er professionelt istandsat	78%	16%	5%	1%
At der følger en vis garanti med produktet	73%	21%	5%	1%
At softwaren er opdateret	68%	22%	9%	1%
At produktet er billigt	59%	32%	7%	2%
Kvalitetscertificering	56%	31%	11%	3%
Oplysninger om istandsættelsesprocessen	44%	37%	16%	3%
Udvidet garantiperiode	43%	40%	14%	3%
Certificering af miljømæssige fordele	43%	32%	21%	4%

Currently, the demand for refurbished products is limited. In order to understand what can make these products more attractive for customers, we asked responders to rate the options presented in TABEL 35. Guaranteed software updates and practical service system were far and away two most popular options. A big attention to software updates hints that in many cases it is software that reduces the usability of ICT products with time. People want to have some protection from this possible scenario when their otherwise perfectly working device becomes outdated due to firmware obsolescence.

TABEL 35. Options to make refurbished products more attractive to customers.

Option	Meget væsentligt	Lidt væsentligt	Uvæsentligt	Ikke sikker
Garanterede software opdateringer	69%	22%	8%	1%
Praktisk service system i tilfælde af funktionsfejl, fx on-line	64%	27%	8%	2%
En opfølgende hardware opgradering som en del af købet eller abonnements-pakk	37%	36%	22%	6%
Kontinuerlig cloud-backup af dataene på din enhed	29%	35%	31%	5%
Garanteret tilbagekøbspris efter brug	17%	38%	39%	7%
Mulighed for at bytte modeller med regelmæssige intervaller	16%	31%	46%	7%
Leasing i stedet for ejerskab inkl. funktionsgaranti og løbende opgradering	11%	22%	56%	11%
Adgang i stedet for ejerskab (korttidsleje eller et almindeligt abonnement)	6%	20%	62%	12%

Perception of different e-products acquisition methods

Previous sections showed that acquisition of out-of-use devices from Danish households has a great potential. Although, it is important to understand the concerns people might have when it comes to such business models. Several questions in the questionnaire were dedicated to this topic. Firstly, we have asked responders to grade the main concerns they have when selling their used devices (TABEL 36).

TABEL 36. Main concerns when selling a used device.

Option	Meget væsentligt	Lidt væsentligt	Uvæsentligt	Ikke sikker
Beskyttelse/sletning af data	68%	15%	16%	1%
Besvær med at finde en måde at sælge den på og et sted at sælge	38%	34%	27%	2%
Bekymringer om, at processen er for lang og kompliceret	28%	44%	27%	2%
Bekymringer om affald og miljøskader, hvis den sendes til udviklingslandene	31%	31%	31%	7%
Besvær med at bringe den til et sted at aflevere den	26%	37%	36%	1%
Jeg er bange for, om jeg på et tidspunkt får brug for den igen	18%	30%	47%	5%

The table shows that concerns of data safety are extremely important compared to the rest of the options.

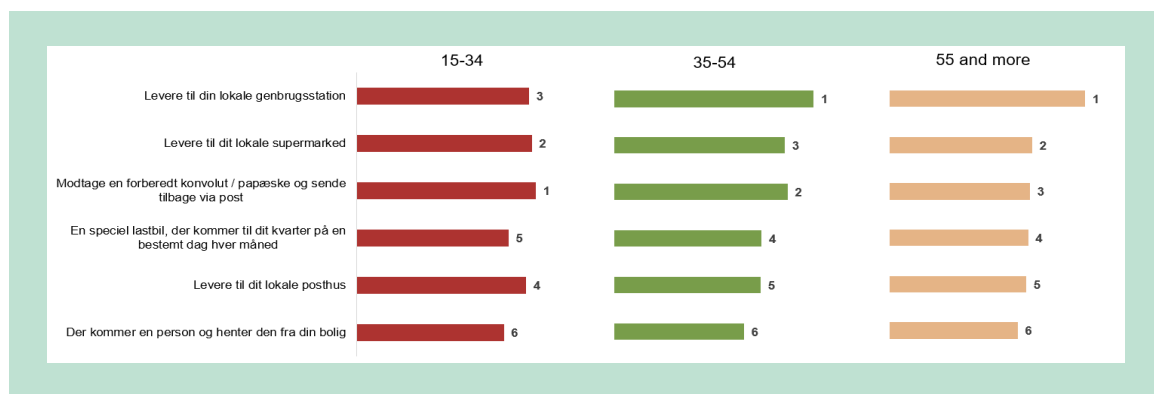
There are many ways to acquire used products from households ranging from the mail-in delivery to the door-to-door collection. Each of these methods has its own advantages and disadvantages and it is important to understand how people perceive them and which they favor more. TABEL 37 summarizes the findings.

TABEL 37. Perception of methods for delivering of used products to a refurbishing company.

Option	Mest foretrukket	Foretrukket	Mellem	Ikke foretrukket	Mindst foretrukket
Levere til din lokale genbrugsstation	48%	25%	16%	7%	3%
Modtage en forberedt konvolut / papæske og sende tilbage via post	30%	25%	20%	18%	6%
Levere til dit lokale supermarked	24%	32%	23%	16%	6%
Levere til dit lokale posthus	16%	30%	23%	22%	7%
En speciel lastbil, der kommer til dit kvarter på en bestemt dag hver måned	21%	20%	22%	27%	9%
Der kommer en person og henter den fra din bolig	18%	15%	22%	33%	12%

The table shows that the delivery to the local recycling station is the preferred method. Surprisingly, the way which seems to be the most convenient – when a person comes straight to your house to pick up products – is the least preferred one. This is most probably due to the safety concerns.

The preferred delivery method is varying between age groups. As it can be seen from the FIGUR 93 for older generation the delivery to the local recycling station is favored. For young generation delivery by post is the most convenient option.



FIGUR 93. Preferred delivery method by age group.

As the last question, we asked responders to grade the options which would convince them to sell their used product to a refurbishment company (TABEL 38).

TABEL 38. Perception of methods for delivering of used products to a refurbishing company.

Option	Mest foretrukket	Foretrukket	Mellem	Ikke foretrukket	Mindst foretrukket
Garanti for datasletning	73%	16%	6%	2%	2%
Et bekvemt leveringssystem	48%	34%	14%	3%	1%
Du garanteres en mindstepris af den virksomhed, der køber dit produkt	33%	33%	24%	7%	3%
Viden eller certifikat om miljømæssige fordele	34%	33%	20%	10%	3%
En app, der giver mulighed for ekstern evaluering af din enhed/pris, herunder værdi og sikker datasletning	37%	29%	19%	12%	4%
En "ekstra telefon efter behov" service, som giver dig mulighed for at leje en telefon i en kort periode efter behov	12%	16%	25%	32%	14%

The table shows that deletion of the data from devices is the most preferred option. It shows that personal data safety is one of the most important issues when it comes to the reuse or refurbishment of e-products. Many people don't have enough technical knowledge to do proper data cleaning on their devices which keeps these from being reused.

9. Model for environmental reporting of refurbished ITC

The objective of WP 1.3 is the development of an environmental documentation system, which should enable the communication of potential environmental benefits to customers, producers and stakeholders. The purpose of this system is to increase transparency and to strengthen the circular model.

The environmental benefits are essentially found in the presumption that the refurbishment, and thus extension of the life of such equipment, will offset the equivalent mining, material production and product manufacturing processes of new ITC equipment (focus on desktop PCs, laptops, tablets and smart phones).

A possible approach is that the environmental assessment is based on existing studies and the approach will be to extract the acknowledgements and conclusions of the benefits of refurbishing/extending the life of ITC equipment. It was first judged that although benefits will, of course, differ somewhat between products and models, such variations are small and that a generalization is possible within each of the product types. It is too complex an endeavor and beyond the budget of this project to construct a model based on component level or individual product model data.

After an initial investigation of the playing field, we could point that there are substantial challenges with environmental assessment of ITC products in general. The application of this to circular business models is completely new, but there are indications that possibilities exist.

We find there are a variety of standardized methods when it comes to product carbon footprints and some other aspects, such as water and energy footprint, and hazardous substances. However, that does not apply to the issue of resource depletion and scarcity. We found that some of the major ITC producers do report regularly product carbon footprints. A notable exception is Samsung, which holds a substantial market share. However, the companies that do report use different methodologies, which is a barrier to making comparisons between companies. Based on these observations, it was deemed possible to advance only with the Carbon Footprint indicator.

We propose a simplified procedure/method to determine the carbon footprint of new devices, specifically their production life cycle stage. This footprint could then be used as a first indication, or proxy, for the avoided climate impact by refurbishment for reuse. The method takes start in building a database, which can be updated regularly, containing the product carbon footprints published officially by some of the major ICT producers. For products that are not in the database, we propose to estimate the production footprint by using a linear regression model with multiple predictor variables.

We tested several models with data for smartphones and found that a model with Memory (internal) and Screen (display) size as predictors, could indicate reasonably well production footprints for devices. The model is significant $F(2, 53) = 173.267, p < .0005$, and the R-squared of 0.867. This still means that almost 87% of the variability of the production carbon footprint is accounted for by the model. The main weakness of the model is the limited data it is based on, namely 56 data sets, representing published product footprint by two large producers (Apple and Huawei) between 2016 and 2018. Similar models can be tested for laptops and tablets.

Bilag 3.7 Environmental assessment of ITC products

The environmental impacts of ICT have been studied to some extent, and one can find Life Cycle Assessments (LCAs) published in various scientific journals. Reviews of such studies, like the one by Arushanyan et al. (2014), found however several issues which make results differ significantly among studies. These included methodological choices, such as functional unit, inventory approaches and systems boundaries, and also different representation of life cycle stages, such as of use patterns. Access to representative data is a major challenge in environmental assessment of ICT due to the complexity of products and processes, rapid technological innovation cycles, intellectual property rights and uncertain EoL pathways. Due in part to this, most LCAs studying the environmental impacts of electronic products are limited in their scope in terms of environmental impacts and life cycle stages. Many tend to focus on climate change or energy and cover end-of-life (EoL) to a limited extent. In order to deal with data scarcity, various methods to streamline or simplify LCAs have been tested, with various results (Moberg et al., 2014). Few studies have specifically addressed the implications on scarce metals or impacts on metal resource use in this context. At the moment, there are different methodologies (in LCA impact assessment) that try to capture resource depletion and scarcity, but the general agreement is that none is good enough. I would also add that the results of these methodologies are rather hard to communicate to the general public.

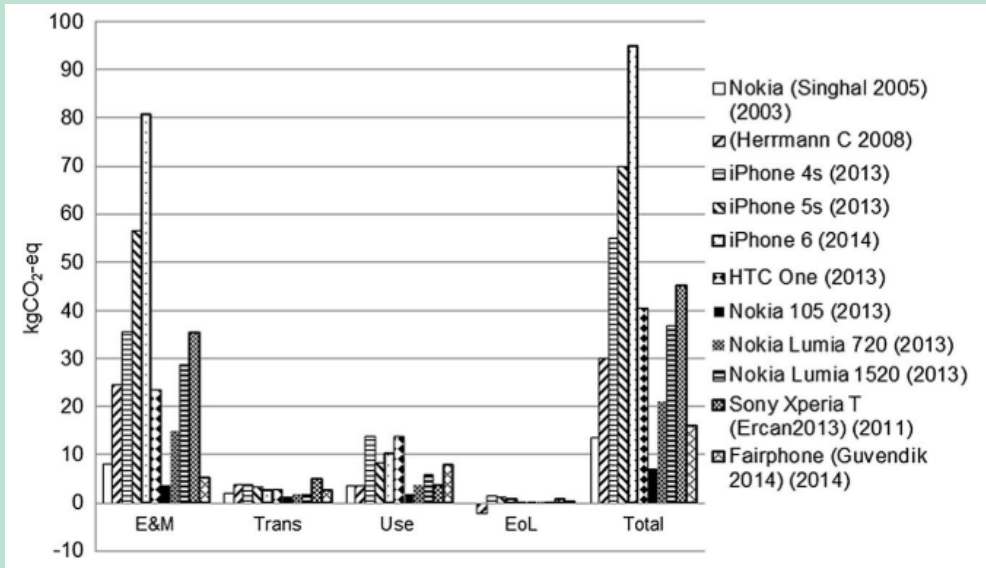
Studies that have investigated the effects of ICT life extension, e.g. through reuse and repair, are even fewer. Moreover, they have predominantly focused on the trade-off between life extension and supposed energy efficiency (Bakker et al., 2014). However, in the case of ICT, there is agreement that energy consumption during the use phase is overall only a small contributor to total life cycle impacts.

A related methodological issue is displacement. This is a concept that should reflect the potential for recirculated products or materials to displace new production. Emerging research finds that reuse of products is very unlikely to fully displace production of new products (Makov and Font Vivanco, 2018; Zink and Geyer, 2017).

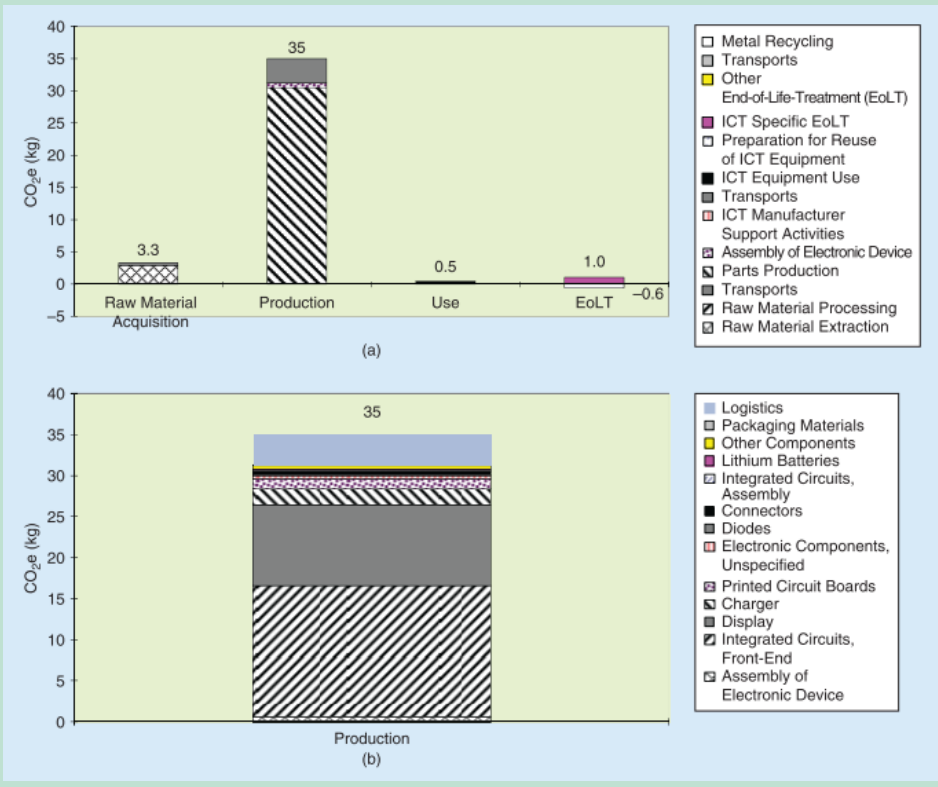
Learnings from ICT environmental assessment literature

The total carbon footprint of smartphones is 50-100 kg CO₂-e (Ercan et al., 2016; Proske et al., 2016; Suckling and Lee, 2015), of laptops is 200-500 kg CO₂-e (Deng et al., 2011) and for tablets it is 100-200 kg CO₂-e (Alcaraz et al., 2018). For all these devices, the production stage accounts for 60% to 80% of the total GWP (see example for phones in FIGUR 94 and FIGUR 95). Within the production stage, the production of integrated circuits (ICs) is known as a resource intensive production process with substantial energy and resource use, and with among the highest environmental impacts per mass unit that exist today for mass produced products. Studies show that the electricity consumption and emission of gases with high GWP in the wafer factory are two of the most important individual contributors (Ercan et al., 2016). After ICs, the next highest impact contribution comes from the production of displays and in the case of laptops solid-state drives,

The carbon footprint of ICT devices varies over time. The impacts of ICs production has decreased significantly over time, however this has to some extent been offset by an increased use of ICs per device (Kasulaitis et al., 2015). The use of base materials and the total weight per device have been relatively constant over time.



FIGUR 94. From Suckling and Lee (2015) - Greenhouse gas emissions of mobile phones across life cycle phases: (a) extraction and manufacture (E&M), (b) transport (trans), (c) use and (d) end of life (EoL).



FIGUR 95. From Andrae (2016) - Climate Change impact potential: (a) the typical distribution between subunit processes within each life-cycle stage per two years of use of a mobile phone in France and (b) the typical distribution between parts within the production stage per mobile phone.

Standards and other similar guidelines

Currently several standard development organisations (SDOs) and industry bodies have established a variety of methodologies to quantify the energy, Greenhouse Gas (GHG) and environmental footprint of ICT products, services and organisations. The methodologies have been published as standards, technical reports, recommendations, and guidelines.

Regarding the application of these standards in practice, Lenovo representatives reported:

“There are numerous and substantial challenges to calculating an accurate carbon footprint for Information and Communications Technology (ICT) products, especially if the intent is to use the data for product-to-product comparisons. A few of the significant challenges are:

- *Collecting and compiling dependable emissions data across a long and complicated supply chain,*
- *Accurately allocating emissions from facilities across different geographies providing numerous products and services to multiple customers,*
- *Maintaining current data with a continuously evolving and rapidly changing ICT product portfolio,*
- *Ensuring consistency of results in an environment where multiple and varying calculation methodologies are available.*

While there are voluntary standards available to guide practitioners in compiling PCF, these standards are not designed to establish comparative values between products. The degree of flexibility written into the standards can produce variations in results for the same products when the same standard is applied by different practitioners. Compiling PCF using these standards is also a very lengthy and resource intensive process.”

Some commonly used standards include:

- *PAS 2050:2011 Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services, British Standards Institute*
- *Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard, World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), World Resources Institute (WRI), 2011*
- *International Standards Organization’s ISO 14040 & ISO 14044 – Life Cycle Assessment and ISO 14067 – Carbon Footprint of Products*

Further, in 2013 Ecofys together with Quantis and Bio Intelligence Service compared different methodologies for the European Commission (Ecofys et al., 2013). The basic aim of the project was to pilot test the compatibility and workability of the different methodologies on the energy and carbon footprints of ICT products, services and organisations, when applied by actual practitioners.

They conclude, among others, that:

“The overall conclusion regarding compatibility of footprint methodologies and standards for organisations, products and services that were piloted is that on the one hand they are in principle compatible and can deliver the same results (as has been shown by the various pilots), but on the other hand that the methodologies leave considerable freedom to make different methodological choices, potentially leading to different outcomes. Thus two footprint practitioners using different methodologies or even the same methodology may arrive at different results as a result of the methodological changes they made. It was also noticed during this study that the emission factors used, the databases, the calculation tool, the quality of the activity data and the person who is conducting the footprint have a larger impact on the outcome of the calculations than the choice of the methodology.”

TABEL 39. Methodologies tested (Ecofys et al., 2013).

Methodology	Description
ITU-T L.1410	Methodology for environmental impacts assessment of ICT goods, networks and services
ITU-T L.1420	Methodology for environmental impacts assessment of ICT in organisations
ETSI TS 103 199	Life Cycle Assessment (LCA) of ICT equipment, networks and services: General methodology and common requirements
GHG Protocol Product Standard – ICT-sector Guidance	Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard - ICT-sector Guidance
GHG Protocol Corporate (Value Chain) Standard	Corporate Accounting and Reporting Standard - including the Corporate Value Chain (Scope 3) Standard (not ICT specific)
IEC/TR 62725	Analysis of quantification methodologies for greenhouse gas emissions for electrical and electronic products and systems
ISO 14064*	International standard to measure, quantify and reduce greenhouse gas emissions of organisations ³⁴ (not ICT specific)
Bilan Carbone *	French accounting methodologies for greenhouse gas emissions of organisations ³⁵ (not ICT specific)
JRC Product Environmental Footprint Guide *	A technical guide for the calculation of the environmental footprint of products ³⁶ (not ICT specific)
JRC Organisational Environmental Footprint Guide *	A technical guide for the calculation of the environmental footprint of organisations ³⁷ (not ICT specific)

Other standard (non LCA based): Standard ECMA-370 part (ISO/IEC JTC 1 — Information Technology) – The Eco Declaration: <http://www.ecma-international.org/publications/standards/Ecma-370.htm>

Ecolabels

No less than 74 ecolabels can be found that are in some way addressing ITC or electronics more generally (Ecolabel Index, the global directory of ecolabels)⁹².

Perhaps the most relevant one is EPEAT, which is a global ecolabel for the IT sector managed by The Green Electronics Council (GEC). Manufacturers register products in EPEAT based on the devices' ability to meet certain required and optional criteria that address the full product lifecycle, from design and production to energy use and recycling. Essentially this means compliance with certain standards. These seem to include LCA and carbon footprint.

TABEL 40. Sustainability standards on which the EPEAT ecolabel is based⁹³.

Servers	NSF/ANSI 426-2017 Environmental Leadership and Corporate Social Responsibility Assessment of Servers
Computers and Displays	IEEE 1680.1™ – 2018 Standard for Environmental and Social Responsibility Assessment of Computers and Displays
Imaging Equipment	IEEE 1680.2™ – 2012 Standard for Environmental Assessment of Imaging Equipment IEEE 1680.2a™ – 2017 Standard for Environmental Assessment of Imaging Equipment — Amendment 1
Televisions	IEEE 1680.3™ – 2012 Standard for Environmental Assessment of Televisions IEEE 1680.3a™ – 2017 Standard for Environmental Assessment of Televisions — Amendment 1

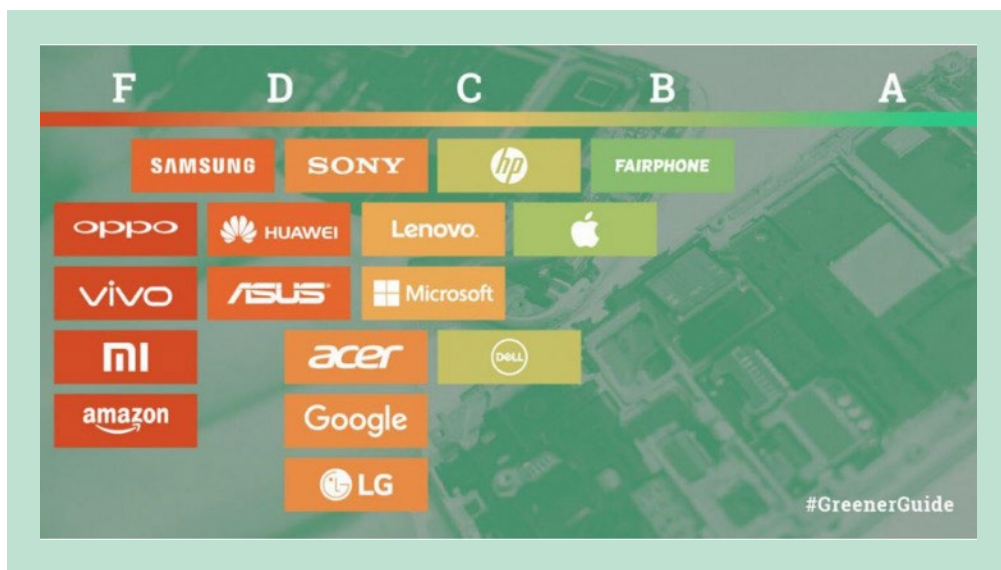
⁹² <http://www.ecolabelindex.com/ecolabels/?st=category,electronics>

⁹³ <https://greenelectronicscouncil.org/epeat-criteria/>

Federal agencies in the US are required to procure EPEAT-registered products. The US EPA also has something called Electronics Environmental Benefits Calculator (EEBC).⁹⁴

Communication of environmental product footprint among leading consumer electronics companies

The 2017 Guide to Greener Electronics (published by Greenpeace USA) provides an analysis of 17 of the world’s leading consumer electronics companies (with focus on smartphones, tablets, and personal computers). They found that only 6 out of 17 companies regularly publish product carbon footprint for their devices (Cook and Jardim, 2017). Samsung, Amazon and newer Chinese companies were ranked the least transparent.



FIGUR 96. Overall grading of companies in The 2017 Guide to Greener Electronics.

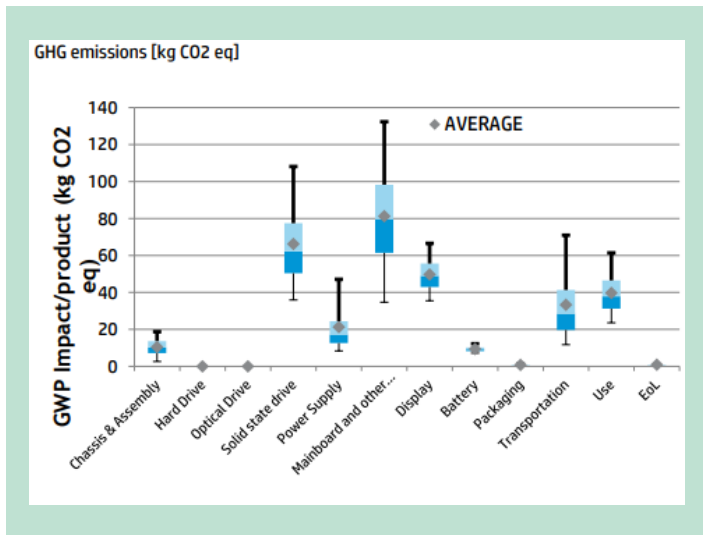
TABEL 41. Companies publishing carbon footprints.

Company	Reports	Found at
Apple	Product Environmental Reports	https://www.apple.com/environment/reports/
HP	Product Carbon Footprint Reports Carbon Footprint Calculators	http://h22235.www2.hp.com/hpinfo/globalcitizenship/environment/productdata/ProductCarbonFootprintnotebooks.html http://h30248.www3.hp.com/cfc/index.html
Dell	Carbon Footprint Reports	https://www.dell.com/learn/us/en/ph/corp-comm/environment_carbon_footprint_products
Lenovo	ECO Declarations and Product Carbon Footprint Information Sheets	https://www.lenovo.com/us/en/social_responsibility/datasheets_notebooks/
Huawei	Product environmental information report	https://consumer.huawei.com/en/support/product-environmental-information/

Apple Product Environmental Reports describe each device’s performance as measured against three environmental priorities: climate change, resources and safer materials (toxic substances).

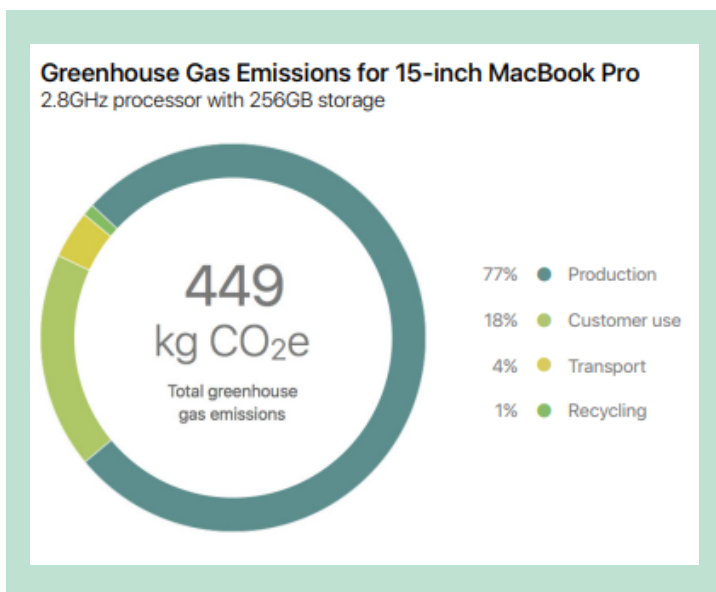
⁹⁴ <https://www.epa.gov/greenerproducts/electronic-product-environmental-assessment-tool-PEAT>

Apple: “The life cycle emissions data produced by Apple for individual products has been calculated in accordance to the standard ISO 14040/14044: Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework / Requirements and guidelines. This review and verification furthermore complies with ISO 14064-3: Greenhouse gases -- Part 3: Specification with guidance for the validation and verification of greenhouse gas assertions. Greenhouse gas emissions related to our products, calculated using life cycle assessment, are checked for quality and accuracy by the Fraunhofer Institute in Germany in accordance with the internationally recognized ISO 14000 environmental management standards: ISO 14040 and 14044”.



FIGUR 97. GHG emissions (kg CO₂ eq).

HP: “We follow LCA standards ISO 14040/14044 and ISO 14025. For PCFs, we use International Electrotechnical Commission Technical Report 62921, a streamlined methodology for assessing the carbon footprint of computer and display products. We continually update our LCA and PCF tools to ensure that they provide current and accurate information.”



FIGUR 98. Product carbon footprint for a HP EliteBook 1040 G4 Notebook PC – overall mean of 260 kg of CO₂-e (left) and 15-inch MacBook Pro (right).

Dell: "The GHG emissions were calculated according to ISO 14040 and ISO 14044, the two international standards governing the investigation and evaluation of the environmental impacts of a given product over its life cycle. The carbon footprint includes GHG emissions' contribution to global warming in kg of CO₂ equivalents (kg CO₂eq). We relied on the carbon footprinting expertise of PE International and on its GaBi database and tool for these calculations."

Lenovo: "Lenovo's ECO Declarations follow the ECMA 370 standard, which has been developed in accordance with international standards. They provide basic information on the environmental attributes of each product covering material use, energy efficiency, acoustics, packaging, disassembly and recycling." "The Product Carbon Footprint (PCF) Information sheet provides the carbon footprint of Lenovo's products generated using the streamlined Product Attribute to Impact Algorithm (PAIA) life cycle analysis which includes manufacturing, transportation, use and end of life."

The methods used by Huawei are not clear, they only declare "The product environmental information report below disclose the environmental performance of product, including product carbon footprint, product water footprint, restricted substances, energy & material efficiency, and certain innovative."

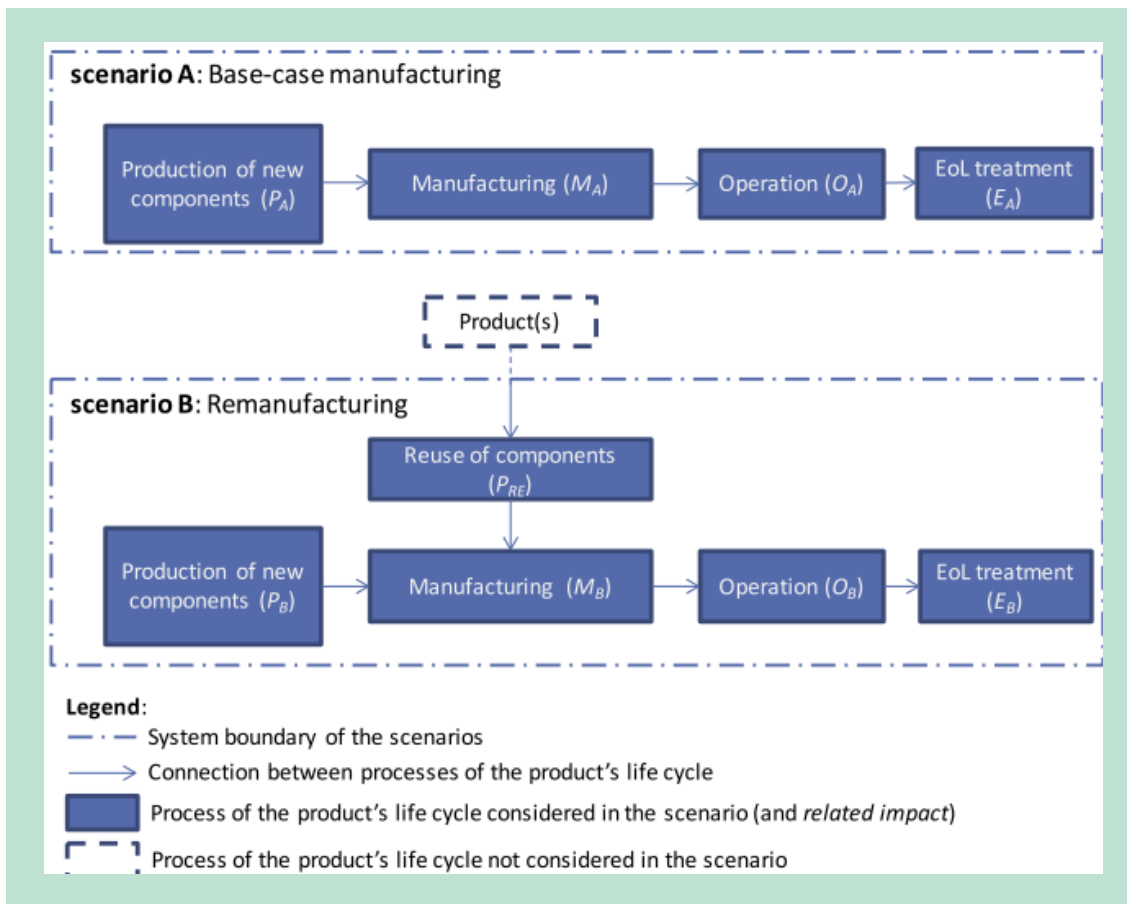
Existing communication of environmental product footprint among circular business companies

In connection with the Idea Catalogue produced in WP 1.1, we found that two companies operating circular business models with IT consumer electronics, namely INREGO (Sweden) and Green Idea Technologies (Italy), have environmental documentation as part of their model. Both companies claim to be able to document carbon footprint savings. However, it is not transparent how this is done. What I understand is that in both cases, there are national provisions regarding Green Public Procurement, which acknowledge environmental documentation regarding refurbished ITC.

Bilag 3.8 Developing a model for environmental reporting of refurbished ITC

The scenario framework in FIGUR 99 has been proposed for the comparison of new devices with devices that are refurbished or remanufactured. In order for a direct comparison to be possible, the refurbished or remanufactured devices have to fulfil the same functional requirements as equivalent new devices.

In principle, all lifecycle stages should be included, as shown in the figure. For example, energy consumption could be significantly different during use between the devices. The production and provision of new components used to refurbish devices and the refurbishment operations, have to be accounted. In some cases, where for the refurbished device, the equivalent new device is still in sale, and the refurbishment process does not require replacing any components, it could be assumed that the only difference between the two scenarios (new vs. refurbished) is the production stage of the new device. This is supported in this project by data from REFURB, where we could observe that the replacement of components (e.g. battery, HDD) was employed only in 1-3% of the product flow handled by the company within a year. The impact of spare parts and operations to replace them is assumed to be minimum. Operation/ or use of the devices and EoL treatment could be assumed the same. However, as previously stated, there is a severe lack of scientific studies looking at refurbishment in detail, and this should be further prioritized in the future.



FIGUR 99. From (Ardente et al., 2018) - System boundary of the considered scenarios: scenario A, base-case manufacturing (in which all components of the products are newly manufactured); and scenario B, remanufacturing (in which some components of the products are reused from other products).

The **objective of this work was** to explore the possibilities of a simplified procedure/method to determine the carbon footprint of new devices, specifically their production life cycle stage. This footprint could then be used as a first indication, or proxy, for the avoided climate impact by refurbishment for reuse.

The method takes start in building a small database, which can be updated regularly, containing the product carbon footprints published officially by some of the major ICT producers. For products that are not in the database, we propose to estimate the production footprint by using a linear regression model.

A series of variables can be used as predictors, and we tested the following:

For smartphones: internal memory capacity (GB), RAM (GB), battery (mAh), device weight (g) and screen size (inch)

For laptops: internal memory capacity (GB), RAM (GB), battery (Wh), device weight (g), screen size (inch), processor speed (GHz) and nr. of processor cores.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Company	Release year	Model	Memory [GB]	RAM [GB]	Battery [mAh]	Weight [g]	Screen [inch]	Total footprint [kg CO2e]	Production [%]	Transport [%]	Use [%]	EoL [%]
10	Apple	2015	iPhone 6S	128	2	1715	143	4.70	61.0	80.00%	3.00%	16.00%	1.00%
11	Apple	2015	iPhone 6S Plus	32	2	2750	192	5.50	63.0	78.00%	3.00%	18.00%	1.00%
12	Apple	2015	iPhone 6S Plus	128	2	2750	192	5.50	70.0	78.00%	3.00%	18.00%	1.00%
13	Apple	2016	iPhone SE	32	2	1624	113	4.00	45.0	83.00%	4.00%	12.00%	1.00%
14	Apple	2016	iPhone SE	128	2	1624	113	4.00	53.0	83.00%	4.00%	12.00%	1.00%
15	Apple	2016	iPhone 7	32	2	1960	138	4.70	56.0	78.00%	3.00%	18.00%	1.00%
16	Apple	2016	iPhone 7	128	2	1960	138	4.70	63.0	78.00%	3.00%	18.00%	1.00%
17	Apple	2016	iPhone 7	256	2	1960	138	4.70	75.0	78.00%	3.00%	18.00%	1.00%
18	Apple	2016	iPhone 7 Plus	32	3	2900	188	5.50	67.0	78.00%	3.00%	18.00%	1.00%
19	Apple	2016	iPhone 7 Plus	128	3	2900	188	5.50	74.0	78.00%	3.00%	18.00%	1.00%
20	Apple	2016	iPhone 7 Plus	256	3	2900	188	5.50	86.0	78.00%	3.00%	18.00%	1.00%
21	Apple	2017	iPhone 8	64	2	1821	148	4.70	57.0	80.00%	3.00%	16.00%	1.00%
22	Apple	2017	iPhone 8	256	2	1821	148	4.70	71.0	80.00%	3.00%	16.00%	1.00%
23	Apple	2017	iPhone 8 Plus	64	3	2691	202	5.50	68.0	79.00%	3.00%	17.00%	1.00%
24	Apple	2017	iPhone 8 Plus	256	3	2691	202	5.50	82.0	79.00%	3.00%	17.00%	1.00%
25	Apple	2017	iPhone X	64	3	2716	174	5.80	79.0	80.00%	2.00%	17.00%	1.00%
26	Apple	2017	iPhone X	256	3	2716	174	5.80	92.0	78.00%	3.00%	18.00%	1.00%

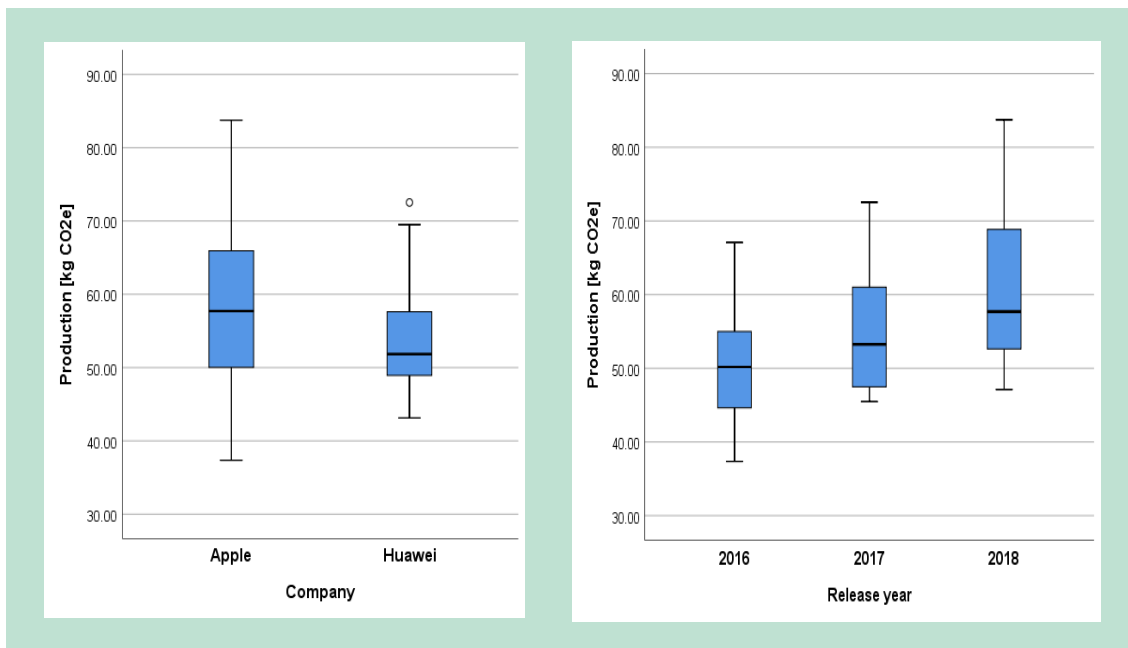
FIGUR 100. Insert from the smartphone data.

In the following section we show the regression model used to estimate the production carbon footprint of smartphones. A model for laptops has not been tested yet.

Linear regression model for smartphones

A total of 67 data points (smartphone models) were collected. However, these include only Apple and Huawei releases, as these are the only large producers publishing product footprints. Further, we base the analysis on 56 data points, which included models from 2016 onwards, because: (1) Huawei data starts only from 2016 and (2) also because Apple footprints are changing over time due to an overall strategy to base production on renewable energy, and therefore older footprints cannot really be compared with later years.

FIGUR 101 below displays boxplots for the 56 data points, grouped by producer and release year. It reveals that the median production footprint of Apple smartphones was higher over the period (2016-2018) than that of Huawei. It also reveals that the median overall has increased over the three years (right side of FIGUR 101).



FIGUR 101. Boxplots showing production carbon footprint categorized by company (left) and year (right). The box extends from first quartile (25th percentile), median (50th percentile), third quartile (75th percentile); the whiskers represent minimum and maximum, except in the case of Huawei, where there is an outlier beyond 1.5*IQR (interquartile range).

We first computed a multiple linear regression with all five independent variables. This resulted in a significant model $F(5,50) = 69.458, p < .0005$ and with an R-squared of 0.874, meaning that 87% of the variability of the production carbon footprint is accounted for by the model.

TABEL 42. Model 1 summary.

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.935 ^a	.874	.862	3.568074715719923

a. Predictors: (Constant), Screen [inch], Memory [GB], RAM [GB], Weight [g], Battery [mAh]

In TABEL 43 below we can see the unstandardized and standardized coefficients. In the last column, the significance levels (p) of Memory and Screen are both significant (<0.05), while for the other variables they are not, indicating that their effect on the production footprint is not significant. The standardized coefficients (Beta) can be used to indicate the relative strength of the predictor variables. Memory is indicated as the variable with the strongest effect on the production footprint.

TABEL 43. Regression coefficients.

Model		Unstandardized Coefficients	Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta	
1	(Constant)	7.030	5.047		1.393
	Memory [GB]	.058	.006	.679	10.292
	RAM [GB]	-.308	.654	-.038	-.471

Battery [mAh]	.002	.001	.121	1.180
Weight [g]	.042	.037	.109	1.138
Screen [inch]	5.527	1.807	.349	3.058

In a second step tried to refine the model by removing the insignificant variables. The second model with only Memory and Screen size as predictors, was also significant $F(2,53) = 173.267$, $p < .0005$, but the R-squared decreased slightly to 0.867. This still means that almost 87% of the variability of the production carbon footprint is accounted for by the model.

TABEL 44. Model 2 summary.

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
2	.931a	.867	.862	3.558048450277735

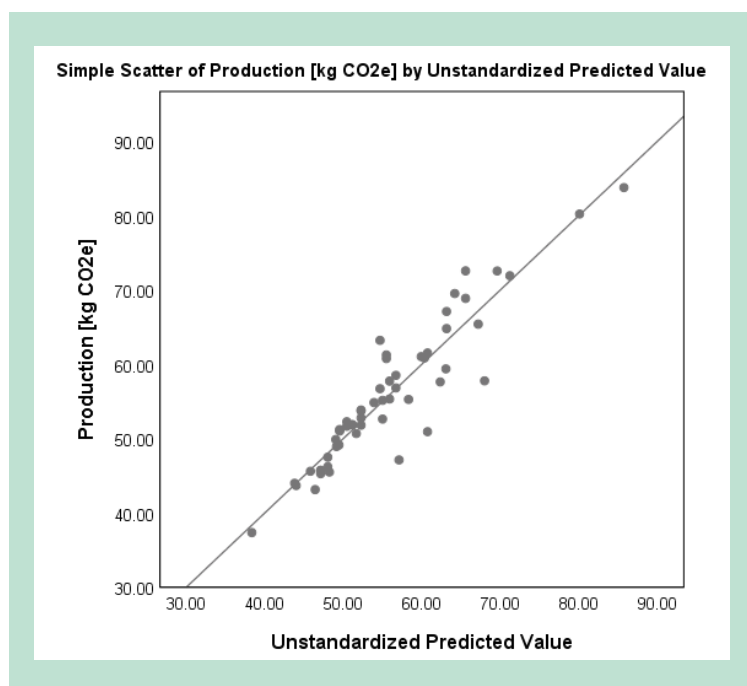
a. Predictors: (Constant), Screen [inch], Memory [GB], RAM [GB], Weight [g], Battery [mAh]

Compared to the first model, the standardized coefficients from the second model are closer in value, indicating that both Memory and Screen size have relatively strong predicting effect.

TABEL 45. Regression coefficients.

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	4.308	4.501		.957	.343
Memory [GB]	.057	.004	.660	12.742	.000
Screen [inch]	8.057	.820	.509	9.831	.000

FIGUR 102 below illustrates that the model has a good ability to predict production carbon footprint of smartphones.



FIGUR 102. Predicted vs. actual values for production carbon footprint.

The model gives us the following formula that could be used to predict production carbon footprints for smartphones, given prior of the size of internal memory and screen/display size:

$$\text{Production Footprint (kg CO}_2\text{-e)} = 4.308 + 0.057 * \text{Memory (GB)} + 8.057 * \text{Screen (inch)}$$

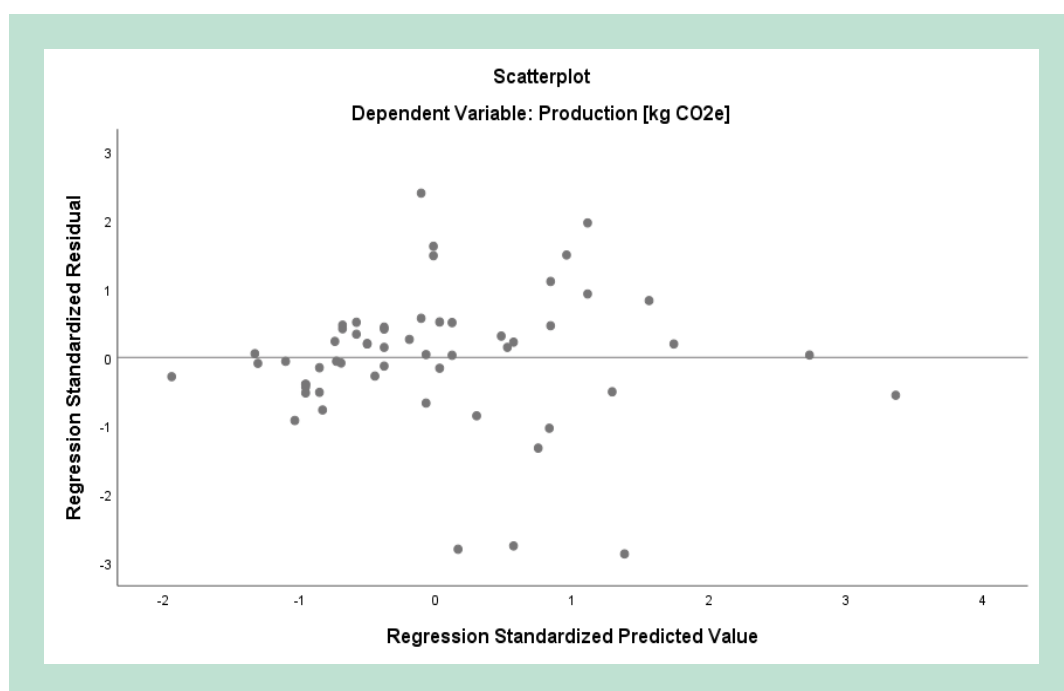
Lastly, we tested whether the data we used meets the assumptions of linear regression.

Tests on Nonlinearity and Homogeneity of Variance

When we do linear regression, we assume that the relationship between the response variable and the predictors is linear. If this assumption is violated, the linear regression will try to fit a straight line to data that do not follow a straight line. The bivariate plot of the predicted value against residuals can help us infer whether the relationships of the predictors to the outcome is linear.

Another assumption of ordinary least squares regression is that the variance of the residuals is homogeneous across levels of the predicted values, also known as homoscedasticity. If the model is well-fitted, there should be no pattern to the residuals plotted against the fitted values. We use the same bivariate plot of the predicted value against residuals to determine this.

The bivariate plot of the predicted value against residuals is illustrated in FIGUR 103. The graph indicates that the datasets do not violate the assumption of linearity and homogeneity of variance.



FIGUR 103. Bivariate plot of the predicted value against residuals.

Test on Normality of Residuals

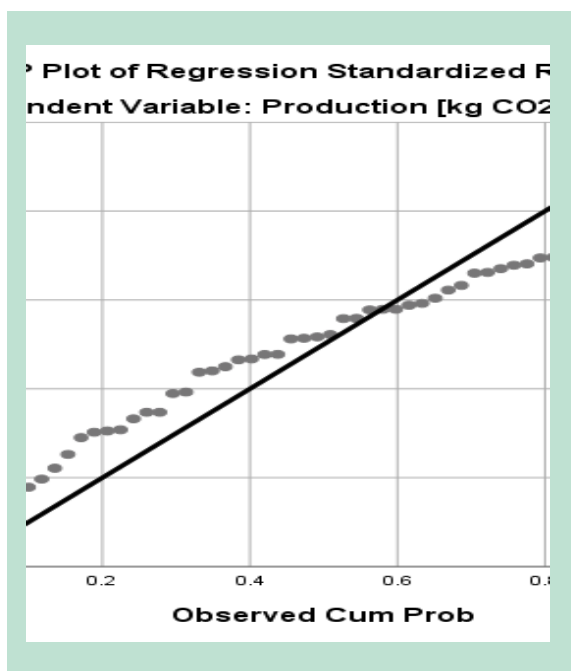
We test normality of residual by looking at the Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual.

Test of independence of errors

We tested independence of errors by comparing the datasets from Apple and Huawei. Specifically, the assumption would not be violated if the mean standardized residual is around zero and the variances are homogeneous across the two brands. This was confirmed.

Test on Multicollinearity

The two predictor variables are not correlated.



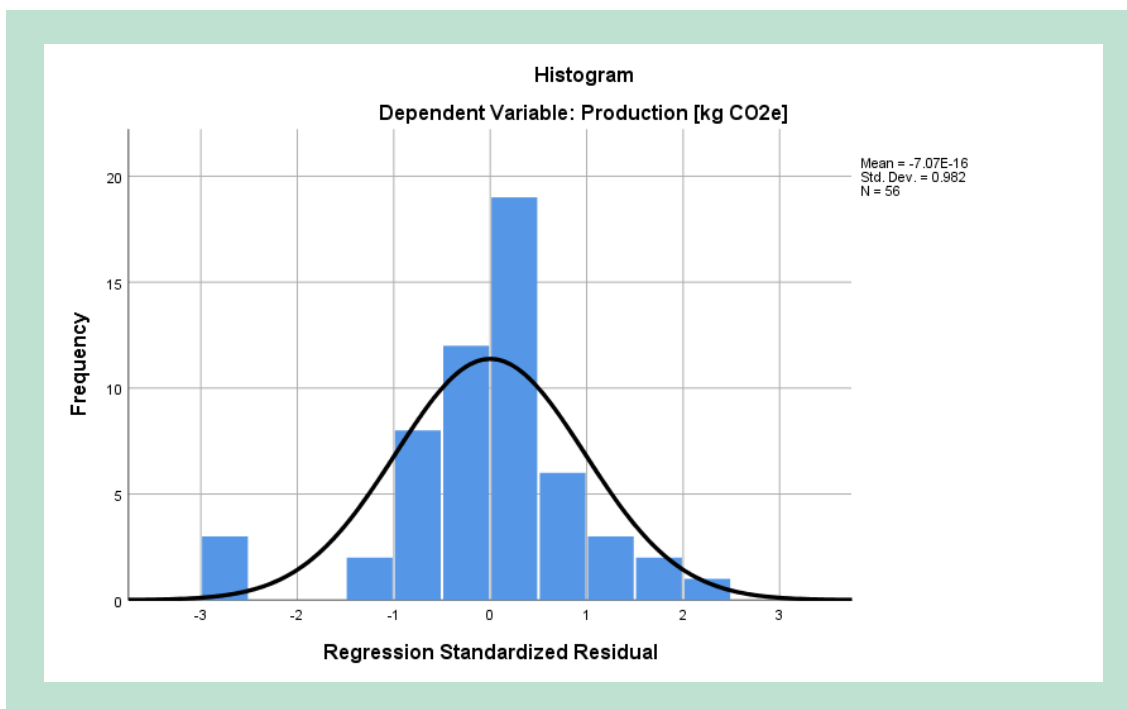
FIGUR 104. Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual.

TABEL 46. Correlations.

	Memory [GB]	Screen [inch]
Memory [GB]	Pearson Correlation	1
	Sig. (2-tailed)	
	N	56
Screen [inch]	Pearson Correlation	.258
	Sig. (2-tailed)	.055
	N	56

Test for Unusual and Influential data

Residual statistics can be used to indicate outliers. Residuals mostly follow a normal distribution as expected, although there seems to be some outliers at the left tail-end of the distribution.



FIGUR 105. Histogram of the standardized residual based on the model.

References

- Alcaraz, M.L., Noshadravan, A., Zgola, M., Kirchain, R.E., Olivetti, E.A., 2018. Streamlined life cycle assessment: A case study on tablets and integrated circuits. *J. Clean. Prod.* 200, 819–826. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.273>
- Andrae, A.S.G., 2016. Life-Cycle Assessment of Consumer Electronics: A review of methodological approaches. *IEEE Consum. Electron. Mag.* 5, 51–60. <https://doi.org/10.1109/MCE.2015.2484639>
- Ardente, F., Talens Peiró, L., Mathieux, F., Polverini, D., 2018. Accounting for the environmental benefits of remanufactured products: Method and application. *J. Clean. Prod.* 198, 1545–1558. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.012>
- Arushanyan, Y., Ekener-Petersen, E., Finnveden, G., 2014. Lessons learned – Review of LCAs for ICT products and services. *Comput. Ind.* 65, 211–234. <https://doi.org/10.1016/j.com-pind.2013.10.003>
- Bakker, C., Wang, F., Huisman, J., den Hollander, M., 2014. Products that go round: exploring product life extension through design. *J. Clean. Prod.* 69, 10–16. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.01.028>
- Cook, G., Jardim, E., 2017. *Guide to Greener Electronics 2017*. Washington, D.C.
- Deng, L., Babbitt, C.W., Williams, E.D., 2011. Economic-balance hybrid LCA extended with uncertainty analysis: Case study of a laptop computer. *J. Clean. Prod.* 19, 1198–1206. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.03.004>
- Ecofys, Quantis, Bio Intelligence Service, 2013. *ICT footprint: Pilot testing on methodologies for energy consumption and carbon footprint of the ICT-sector*. Brussels. <https://doi.org/10.2759/94701>

Ercan, M., Malmodin, J., Bergmark, P., Kimfalk, E., Nilsson, E., 2016. *Life Cycle Assessment of a Smartphone*, in: *Proceedings of ICT for Sustainability 2016*. Atlantis Press, Paris, France, p. 10. <https://doi.org/10.2991/ict4s-16.2016.15>

Kasulaitis, B. V., Babbitt, C.W., Kahhat, R., Williams, E., Ryen, E.G., 2015. *Evolving materials, attributes, and functionality in consumer electronics: Case study of laptop computers*. *Resour. Conserv. Recycl.* 100, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.03.014>

Makov, T., Font Vivanco, D., 2018. *Does the Circular Economy Grow the Pie? The Case of Rebound Effects From Smartphone Reuse*. *Front. Energy Res.* 6, 39. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2018.00039>

Moberg, Å., Borggren, C., Ambell, C., Finnveden, G., Guldbrandsson, F., Bondesson, A., Malmodin, J., Bergmark, P., 2014. *Simplifying a life cycle assessment of a mobile phone*. *Int. J. Life Cycle Assess.* 19, 979–993. <https://doi.org/10.1007/s11367-014-0721-6>

Proske, M., Clemm, C., Richter, N., 2016. *Life Cycle Assessment of the Fairphone 2*. Berlin.

Suckling, J., Lee, J., 2015. *Redefining scope: the true environmental impact of smartphones?* *Int. J. Life Cycle Assess.* 20, 1181–1196. <https://doi.org/10.1007/s11367-015-0909-4>

Zink, T., Geyer, R., 2017. *Circular Economy Rebound*. *J. Ind. Ecol.* 21, 593–602. <https://doi.org/10.1111/jiec.12545>

CEPRO - Cirkulær model for forlænget produktliv af elektroniske produkter

CEPRO-projektet, et samarbejde mellem IT-virksomheden Refurb, videntcenteret Life Cycle Engineering fra Syddansk Universitet (SDU), støttet af konsulentfirmaet Plan-Miljø ApS, undersøger muligheder for at indsamle, behandle og genbruge brugte elektroniske produkter (e-produkter) fra private.

Den cirkulær økonomiske virksomhed Refurb har allerede et velfungerende loop, hvor brugte e-produkter fra større virksomheder og organisationer i Danmark bliver til genbrugte e-produkter for både private forbrugere og virksomheder. I loopet udgør private forbrugeres brugte e-produkter endnu ikke et element i værdikæden. Med Refurb som omdrejningspunkt har CEPRO-projektet undersøgt muligheder for at etablere et cirkulært loop, der får brugte og udtjente elektroniske produkter fra danske hjem og genbrugspladser frem til refurbishment hos Refurb – på en måde som er økonomisk og miljømæssigt attraktiv.

Projektets tests og analyser giver et billede af, at ca. 60% af den elektronik, som befinder sig i de danske hjem, men ikke længere anvendes, rent faktisk fungerer. Til gengæld kun en mindre andel, der var i en sådan stand og alder, at det ville være forretningsmæssigt anvendeligt i et cirkulært loop. Projektet viste desuden, at langt flere brugbare e-produkter kunne indsamles ved at give et økonomisk incitament til brugerne. Variationen i produkternes type og kvalitet er dog så stor, at der skabes logistiske udfordringer og behov for volumen for at skabe rentabilitet. I lyset af disse undersøgelser har projektet ført til udvikling af en software, som kan produktanalysere enheder hos kunden. Softwaren scanner og analyserer hardwaren og udarbejder en komplet specifikation på de enkelte enheder.



Miljøstyrelsen
Tolderlundsvej 5
5000 Odense C

www.mst.dk