



CENTER FOR EUROPEAN
LAW & ECONOMICS

Pris och användning av privat datalagring för multimedia

Mattias Ganslandt

2019-11-06

Forskningsassistent:

Jonas Andreasson



Förord

Denna utredning har utförts på uppdrag av Dustin AB. Analysen har genomförts självständigt av docent Mattias Ganslandt vid Center for European Law and Economics som ensam svarar för de slutsatser som presenteras i denna rapport. Forskningsassistent Jonas Andreasson har biträtt med faktainsamling och databearbetning.

Stockholm den 6 november 2019

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Mattias Ganslandt', with a stylized, cursive script.

Mattias Ganslandt

Innehållsförteckning

Förord	2
Innehållsförteckning	3
Lista över tabeller	4
Lista över figurer	4
Sammanfattning	5
1. Bakgrund	6
1.1. Bredband i Sverige	6
1.2. Smarta telefoner	8
2. Flashminne	9
2.1. Global marknad för NAND flashminne	10
2.2. Teknisk utveckling av NAND flashminne	10
2.3. USB-minnen pris och kapacitet	11
2.4. Pris och kapacitet för mekaniska hårddiskar	14
3. Filstorlek och format för multimediaobjekt	15
3.1. Bildskärmsupplösning	15
3.2. Multimediafiler	17
4. Användarproducerade digitala multimediafiler (digitalfoto)	19
4.1. Privat digitalfotografiering	19
4.2. Användning av kameratelefoner	20
5. Streaming av musik och film	23
5.1. Musik- och filmkonsumtion i realtid	23
5.2. Musikstreaming i Sverige	24
5.3. Videostreaming via internet	25
6. Lagringskapacitet som komplement för applikationer	27
7. Slutsats	27
Källförteckning	28
Appendix 1. Minneskort pris och storlek	30
Appendix 2. SSD pris och kapacitet	32
Appendix 3. Lagringskapacitet hos mekaniska SATA-hårddiskar	33
Appendix 4. Formatutveckling	34
Appendix 5. Skärmstorlekar	35

Lista över tabeller

Tabell 1 Internetanslutning genomsnittlig hastighet	6
Tabell 2 Svenska befolkningens tillgång till Internet via fiber	7
Tabell 3 Svenska befolkningens tillgång till Internet via LTE/4G	8
Tabell 4 Tillgång till smart telefon i Sverige	8
Tabell 5 Tillgång till surfplatta i Sverige	9
Tabell 6 Internetanvändare som lyssnat på musik och sett film via internet	24
Tabell 7 Betald videostreaming i Europa (SVOD)	25

Lista över figurer

Figur 1 Internettrafik för konsumenter i världen och i Europa	7
Figur 2 Antal sålda smarta telefoner i världen	9
Figur 3 Volym och snittintäkt för NAND flashminne i världen	10
Figur 4 Kretskortsdensitet för NAND flashminne	11
Figur 5 Konsumentpris i USA per MB för USB-minne (USD/MB)	12
Figur 6 Kapacitet för typiska USB-minnen	13
Figur 7 Konsumentpris i USA per MB för mekanisk SATA-hårddisk (USD/MB)	14
Figur 8 Global försäljning av antal LED TV-apparater	16
Figur 9 Global försäljning av 4K Ultra-HD TV (antal)	16
Figur 10 Smarta telefoner skärmstorlek för olika modeller	17
Figur 11 Apple iPhone skärmstorlek för olika modeller	17
Figur 12 Storlek för videoformat	18
Figur 13 Storlek för typiska multimediafiler	19
Figur 14 Försäljning av digitalkameror i världen	19
Figur 15 Antal tagna foton per år med digitalkamera i världen	20
Figur 16 Antal sålda smarta telefoner med kamera (globalt)	21
Figur 17 Antal tagna foton per år med kameratelefon i världen	21
Figur 18 Daglig användning hos befolkning 12+ år av Facebook, Instagram, Snapchat i Sverige	22
Figur 19 Filstorlek i olika format av foto taget med kameratelefon	22
Figur 20 Kapacitet hos kamera på smarta telefoner	23
Figur 21 Internetanvändare i Sverige som betalat för strömningstjänster	24
Figur 22 Musikkförsäljning i Sverige	25
Figur 23 Internetvideo för konsumenter	26
Figur 24 Netflix antal betalande prenumaranter i världen	26
Figur 25 2008: Densitet och pris för NAND flashminne (T Coughlin, 2008)	30
Figur 26 2018: Densitet och pris för NAND flashminne (T Coughlin, 2018)	30
Figur 27 2008: Kapacitet hos \$20 och \$100 flashminnen (T Coughlin, 2008)	31
Figur 28 2018: Kapacitet hos \$20 och \$100 flashminnen (T Coughlin, 2018)	31
Figur 29 Konsumentpris i USA per MB för Solid State Drives (USD/MB)	32
Figur 30 Kapacitet för typiska Solid States Drives	32
Figur 31 Lagringsdensitet på hårddiskar och bandstationer	33
Figur 32 Objektstorlek och utveckling av multimediaformat	34
Figur 33 Skärmstorlek från VDC till DCI 4K+	35

Sammanfattning

Denna rapport är en redovisning av en utredning som har utförts på uppdrag av Dustin AB. Syftet har varit att utreda ett antal frågor som relaterar till konsumenters användning av - och teknik-, pris- och marknadsutveckling på - viss lagringsmedia¹ såsom exempelvis USB-minnen och externa hårddiskar (nedan gemensamt "lagringsmedia") under överskådlig tid, primärt 2010 och framåt.

Den första frågan som har utretts är hur konsumentpriset och lagringskapaciteten för lagringsmedia har utvecklats över tid. Den andra frågan som har utretts är hur storleken på multimediaobjekt (ljud och rörlig bild mm) utvecklats samt hur denna utveckling har påverkats av förändringen i lagringskapacitet hos lagringsmedia och annan relaterad teknikutveckling. Den tredje frågan som har utretts är om den förändrade lagringskapaciteten har skett samtidigt som förändrat konsumentbeteende som är relaterat till den förändrade lagringskapaciteten. Den fjärde och sista frågan som har utretts är hur förändringen i bandbredd och utbredd användning av mobila plattformar påverkat hur underhållning i form av ljud och rörlig bild konsumeras av konsumenterna i Sverige särskilt i förhållande till lagringsmedia.

Utredningen tar sin utgångspunkt i två grundläggande förändringar. Under den senaste tioårsperioden har svenskarnas tillgång till fast och mobilt bredband vuxit kraftigt och den genomsnittliga hastigheten för användarnas internetanslutning i Sverige har mångdubblats. Samtidigt har en majoritet av konsumenterna fått tillgång till internet via smarta mobiltelefoner och surfplattor.

En empirisk analys av marknaden för lagringsmedia, som bland annat används i USB-stickor, solid state drives (externa hårddiskar) och i mobiltelefoner, visar att konsumentpriset på lagringskapacitet sjunkit exponentiellt under perioden. Samtidigt har lagringsutrymmet hos lagringsmedia ökat exponentiellt. Empiriska data visar att kapaciteten hos lagringsmedia nästan fördubblas årligen.

Analys av multimediakonsumtionen visar att kombinationen av nya format med högre upplösning och en förskjutning från musik och stillbilder till video fått till konsekvens att filstorleken för multimediaobjekt vuxit exponentiellt. Bättre skärmar, hörlurar, grafikkort, ljudkort i kombination med snabbare internetkommunikationer har gett upphov till större filer för samma objekt (filstorleken för samma film ökar markant vid ökad kvalitet/upplösning) och allt större konsumenttrafik via internet.

Utvecklingen av lagringsmedia har gått hand i hand med en explosion i privat digitalfotografering. Med start runt 2000 växte privatfotograferingen kraftigt genom försäljning av digitalkameror. Från och med 2010 har antalet fotografier som tas av privatkonsumenterna ökat exponentiellt i takt med att användandet av smarta telefoner med inbyggd kamera ökat. År 2016 togs uppskattningsvis mer än 1 000 000 000 000 (en biljon) digitala fotografier i världen. Samtidigt har fotofilernas storlek ökat med bättre digitalkameror för att ta, och bättre skärmar för att titta på, fotografierna. Lagringen av användarproducerat innehåll på flashminne har således vuxit exponentiellt.

Avslutningsvis visar utredningen att svenskarnas konsumtion av underhållning i form av ljud och rörlig bild förändrats i betydande utsträckning under den senaste tioårsperioden. Realtidskonsumtion av musik och film via internet (s k "streaming") har ökat kraftigt. Eftersom behovet och incitamenten för användaren att ha lokala kopior av exempelvis musik och film för eget bruk har minskat till följd av tillgången på streamingtjänster är den logiska slutsatsen att privatkopieringen därmed har minskat på

¹ Den undersökning som redovisas i denna rapport har begränsats till att studera marknads- och teknikutvecklingen för lagringsmedia i form av flashminnen och hårddiskar. Optiska minnen (såsom CD- och DVD-skivor) och arbetsminnen (såsom RAM och ROM) har inte analyserats inom ramen för denna utredning.

anordningar såsom exempelvis USB-minnen och externa hårddiskar samt att denna utveckling kan förväntas fortsätta.

1. Bakgrund

Två underliggande förändringar har särskild betydelse för hur privatpersoner i Sverige har ändrat sin konsumtion av musik, film, böcker och andra upphovsrättsligt skyddade verk.

För det första har en ökande andel av befolkningen fått tillgång till allt snabbare internetkommunikationer genom utbyggnad av såväl fast som mobilt bredband. Detta har fått till konsekvens att allt mer underhållning konsumeras via internet i realtid utan att användaren behöver ett lokalt bibliotek av verk för privat bruk. Bredbandsutbyggnaden har dessutom gått hand i hand med en teknikutveckling som medfört att upplösningen och kvaliteten på överförda verk blivit allt högre och därmed har multimediaobjektens storlek ökat utan att för den skull innebär att fler verk nedladdas (tvärt om så ger utvecklingen att färre verk nedladdas).

Den andra grundläggande förändringen är den snabba utbredningen av smarta mobiltelefoner och surfplattor. Allt större andel av konsumenternas konsumtion av underhållning sker därför via mobila plattformar. Denna utveckling har tillsammans med utbyggnaden av LTE (4G) gett upphov till en snabb tillväxt för streaming av musik, film och annan underhållning. Dessutom har mobiltelefonerna resulterat i att användarna själva producerar en allt större mängd innehåll och data.

1.1. Bredband i Sverige

Den första fundamentala förändringen som ägde rum under den senaste tioårsperioden är utbyggnaden av bredband för såväl företag som hushåll. Konsumenterna i Sverige och internationellt fick tillgång till att snabbare internetkommunikationer via såväl fasta som mobila accessteknologier.

Under perioden 2010 till 2016 ökade den genomsnittliga hastigheten för internetanslutningar i Sverige med ca fyra gånger, från 5.1 Mbps till ca 22.8 Mbps. Samtidigt minskade andelen internetanslutningar med en hastighet på under 4 Mbps från 71% till 6%. Under perioden 2010 till 2016 fick således en majoritet av svenska konsumenter tillgång till en väsentligt snabbare kommunikation via internet.

Tabell 1 Internetanslutning genomsnittlig hastighet

Sverige (Mbps)	Snitt	Andel < 4 Mbps
2010	5.1	71.0%
2011	5.5	68.0%
2012	6.7	49.0%
2013	8.9	27.0%
2014	14.6	13.0%
2015	19.1	7.0%
2016	22.8	6.0%

Källa:

Akamai State of the Internet Connectivity

Under samma period byggdes fibernäten ut så att en majoritet av befolkningen fick tillgång till internet via fiber. Andelen av befolkningen som hade tillgång till internet via fiber ökade från 33% till drygt 66%

mellan åren 2010 och 2016. Därmed fick ca 66% av befolkningen tillgång till internetanslutningar som medgav överföring av mycket stora datamängder i realtid.²

Tabell 2 Svenska befolkningens tillgång till Internet via fiber

Sverige	Befolkning	Arbetsställen
2010	33.0%	27.2%
2011	39.6%	34.9%
2012	44.0%	39.4%
2013	49.3%	43.7%
2014	54.2%	49.5%
2015	60.8%	53.5%
2016	66.4%	59.2%

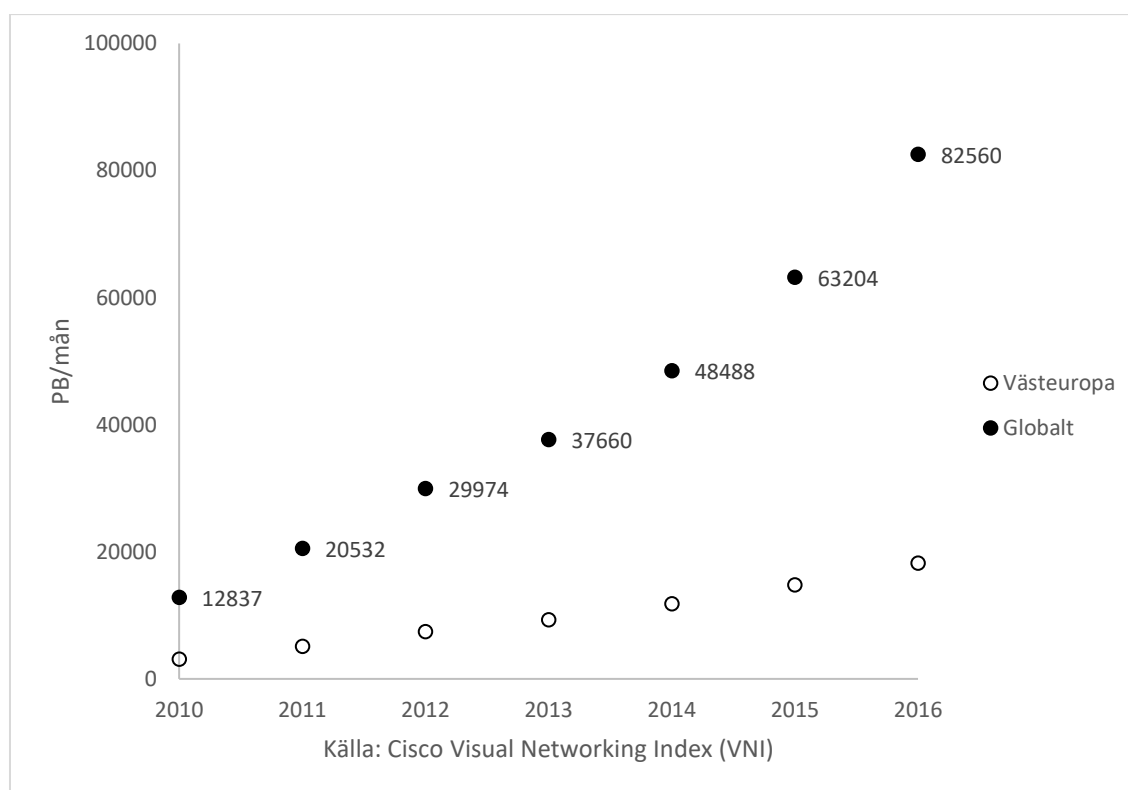
Källa:

PTS Bredbandskartläggning 2014

PTS mobiltäcknings- och bredbandskartläggning 2017

På aggregerad nivå resulterade den snabba utbyggnaden av bredband, inte bara i Sverige utan globalt, till att konsumenttrafiken på internet mer än sexdubblades. Trafiken ökade från 12837 PB per månad 2010 till 82560 PB per månad 2016.

Figur 1 Internettrafik för konsumenter i världen och i Europa



² Regeringens strategi från december 2016, "Sverige helt uppkopplat 2025 – en bredbandsstrategi", innehåller bland annat delmålet att 98 procent av alla hushåll och företag i Sverige bör ha tillgång till 1 Gbit/s år 2025. År 2018 hade över 89 procent av alla hushåll och företag tillgång till IT-infrastruktur som medger hastigheter om 1 Gbit/s, genom en anslutning eller genom att finnas i närheten av fibernät.

Med start 2010 skedde också en mycket snabb utbyggnad av mobilt bredband. Från 2010 till 2013 gick andelen av befolkningen som hade tillgång till internet via LTE/4G från nära 0% till drygt 99%. I praktiken hade hela befolkningen därmed access till mobilt internet som medgav såväl musik- som videostreaming.

Tabell 3 Svenska befolkningens tillgång till Internet via LTE/4G

Andel (%)	Befolkning	Arbetsställen
2010	0.1%	10.0%
2011	48.1%	44.7%
2012	93.3%	89.7%
2013	99.2%	98.3%
2014	99.5%	98.8%
2015	100.0%	100.0%
2016	100.0%	100.0%

Källa:

PTS Bredbandskartläggning 2014

PTS mobiltäcknings- och bredbandskartläggning 2017

1.2. Smarta telefoner

Den andra grundläggande förändringen som ägde rum under den senaste tioårsperioden är den snabba utbredningen av multimediatelefoner. Konsumenter i Sverige och internationellt bytte i snabb takt från telefoner med grundläggande funktioner som telefoni och textmeddelanden till avancerade "smarta" telefoner med högupplösta skärmar, internetanslutning, e-post, kamera, GPS mm.

Tabell 4 Tillgång till smart telefon i Sverige

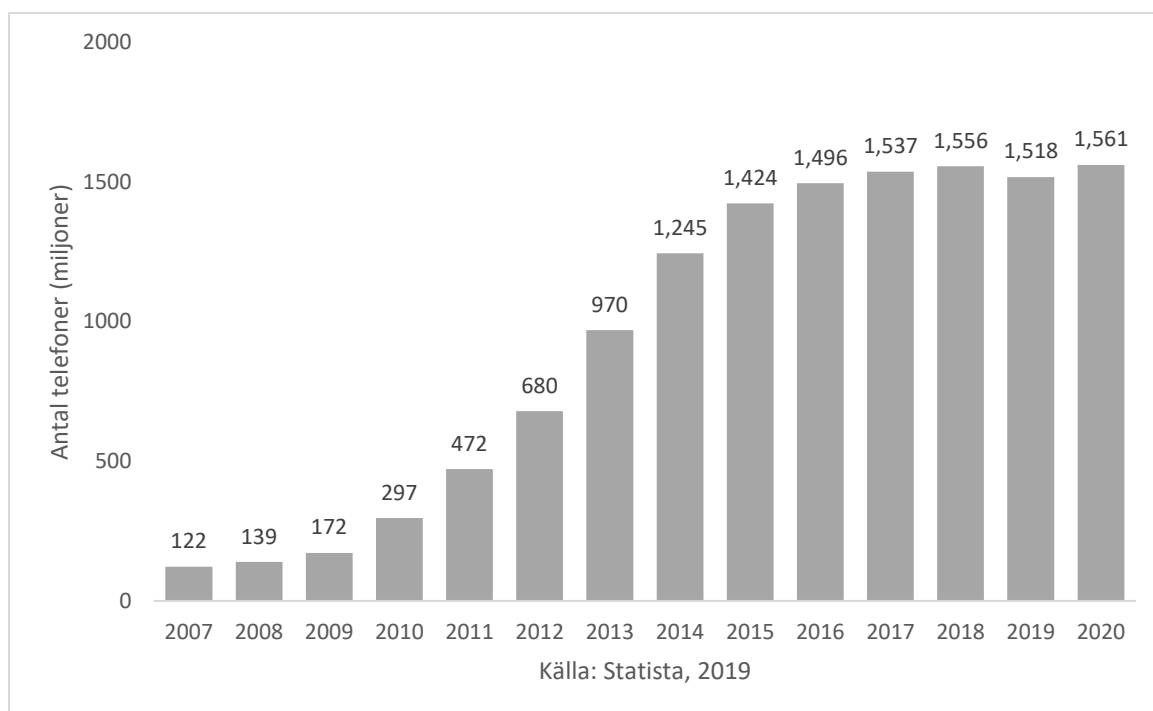
Andel (%)	Egen smart mobil	Använder dagligen internet i mobilen
2009	19.0%	2.0%
2010	22.0%	5.0%
2011	27.0%	20.0%
2012	52.0%	38.0%
2013	64.0%	47.0%
2014	73.0%	54.0%
2015	77.0%	60.0%
2016	81.0%	65.0%

Källa:

Svenskarna och Internet

Under perioden 2010 till 2016 femdubblades antalet smarta telefoner som såldes i världen varje år från 297 miljoner enheter år 2010 till 1496 miljoner enheter år 2016. Därmed fick en majoritet av konsumenterna tillgång till internet i princip överallt.

Figur 2 Antal sålda smarta telefoner i världen



Under perioden 2010 till 2016 ökade också användningen av surfplattor. I den svenska befolkningen ökade andelen som hade tillgång till surfplatta från 2% år 2010 till 65% år 2016. Därmed fick ca två tredjedelar tillgång till uppkopplade mobila skärmar bland annat för webbsurfning, sociala media, e-böcker och videostreaming.

Tabell 5 Tillgång till surfplatta i Sverige

Andel (%)	Surfplatta i hemmet
2009	0.0%
2010	2.0%
2011	5.0%
2012	20.0%
2013	33.0%
2014	52.0%
2015	59.0%
2016	65.0%

Källa:

Svenskarna och Internet

2. Flashminne

En central del av teknikutvecklingen under de senaste tjugo åren har varit utvecklingen av lagringsminne för konsumentprodukter och datorer. En av de viktigaste förändringarna har skett baserat på flashminnen. Denna kategori av minnen är, till skillnad från konventionella hårddiskar, elektroniska och icke-mekaniska minnen som kan göras mycket kompakta. Dessutom är dessa minnen, till skillnad från datorernas arbetsminne (RAM), beständiga och kan behålla information även om

strömmen bryts. Flashminne används i ett stort antal tillämpningar som till exempel i USB-minnen, minneskort, SSD (solid state drives) och som minne i smarta telefoner och surfplattor mm.

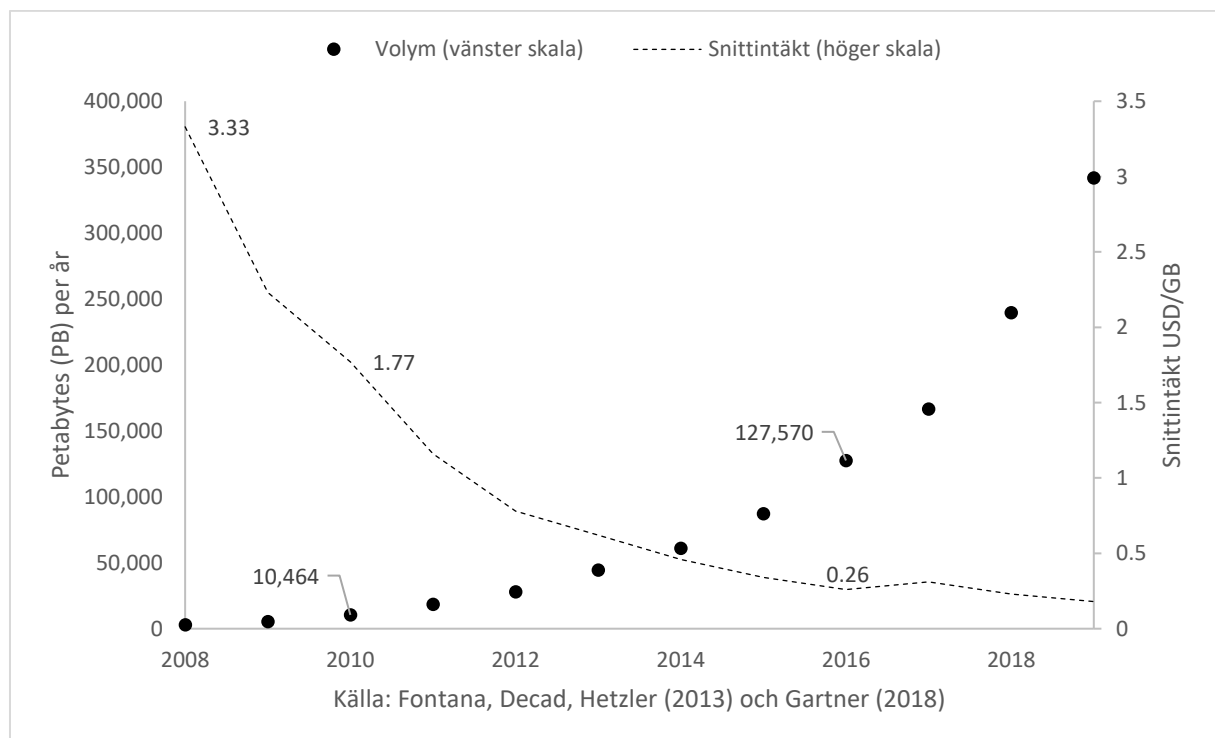
Utvecklingen av flashminnen har varit dramatisk. Kapaciteten har ökat i snabb takt och volymen har ökat kraftigt. Tack vare sitt kompakta format har flashminnen varit en starkt bidragande faktor till marknadsutvecklingen för mobila, uppkopplade konsumentprodukter.

Marknaden för konsumentteknologi och mer specifikt för lagringsmedia såsom flashminnen och hårddiskar är global. Den teknikutveckling som sker kommer konsumenterna till del på ett internationellt plan. Produktivitetsförbättringar och lägre kostnader påverkar priserna för konsumenter i alla länder där varorna säljs. Flashminne och hårddiskar som används i konsumentprodukter eller säljs som separat minne i form av USB-minne, minneskort eller externa hårddiskar ansluts med internationellt etablerade gränssnitt till de produkter som ska använda aktuellt minne, vilket innebär att produkterna kan handlas över nationsgränser i frånvaro av tekniska handelsbarriärer.

2.1. Global marknad för NAND flashminne

Under perioden 2010 till 2016 ökade den globala försäljningen av NAND flashminne med ca 12,5 gånger från 10464 PB år 2010 till 127570 PB år 2016, vilket motsvarar 127 570 000 000 stycken 1 GB minnen. Under samma period sjönk den genomsnittliga kostnaden för 1 GB från 1,77 USD till 0,26 USD, vilket är en nedgång med ca 85%. Med andra ord fick kunderna ca 7 gånger så mycket lagring för samma belopp 2016 jämfört med 2010.

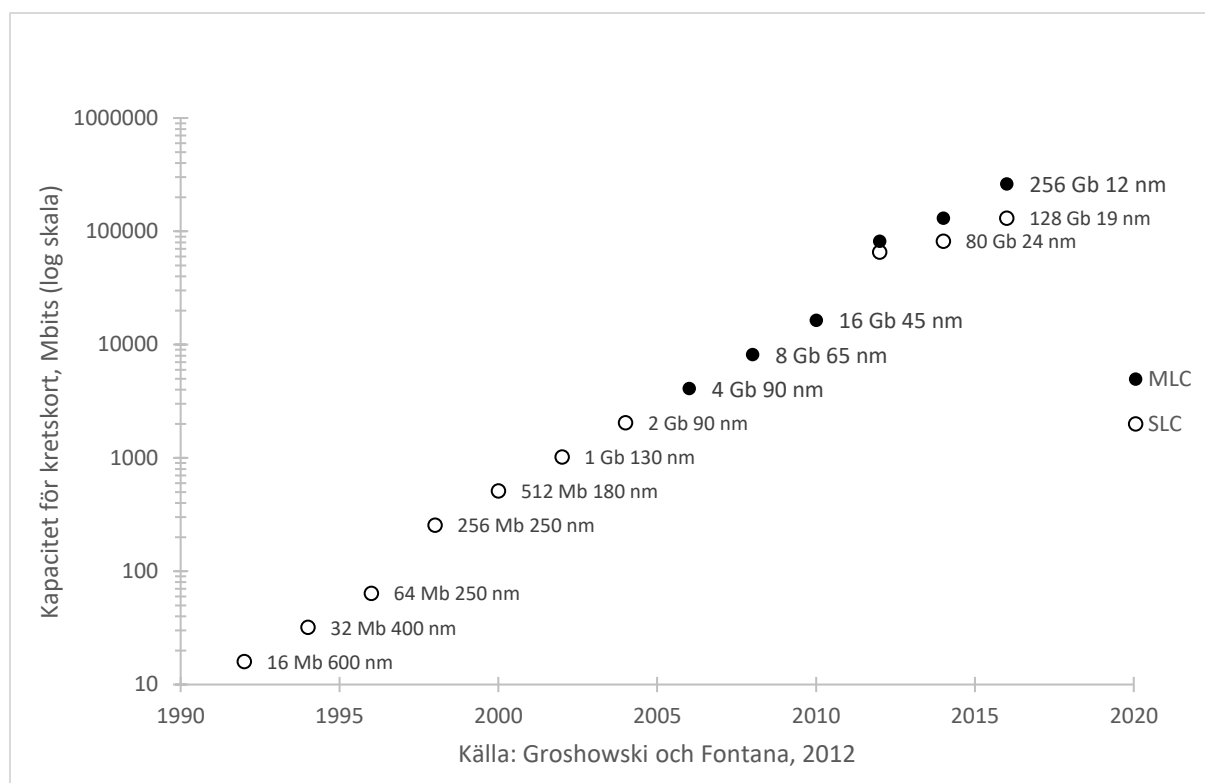
Figur 3 Volym och snittintäkt för NAND flashminne i världen



2.2. Teknisk utveckling av NAND flashminne

En viktig faktor för utvecklingen av marknaden för NAND flashminne har varit den ökande kapaciteten. Kretskortsdensiteten har ökat kraftigt sedan flashminnen introducerades på marknaden på 1990-talet. I princip har kapaciteten för marknadens toppminnen fördubblats var 12:e månad.

Figur 4 Kretskortsdensitet för NAND flashminne



2.3. USB-minnen pris och kapacitet

En avgränsad analys av konsumentpriserna för USB-minnen i USA bekräftar att priset har sjunkit kraftigt under den senaste tjugoårsperioden. I praktiken har priset på USB-minnen sjunkit med exponentiell hastighet, dvs väsentligt snabbare än i linjär takt. Från 2003 till 2018 sjönk priset för USB-minne från ca 0,2 USD per MB till 0,2 USD per GB. Det innebär att konsumenterna 15 år efter 2003 fick 1000 gånger mer minne för samma belopp. Under perioden 2003 till 2006 sjönk priset på USB-minnen med ca 10 gånger (från 0,2 USD/MB till 0,02 USD/MB). Därefter sjönk priset ytterligare 10 gånger mellan åren 2006 och 2010 (från 20 USD/GB till 2 USD/GB) för att sedan sjunka ytterligare ca 10 gånger mellan år 2010 och 2016 (från 2 USD/GB till 0,2 USD/GB). Priset har under perioden 2010 till 2016 halverats ca var 22:a månad.

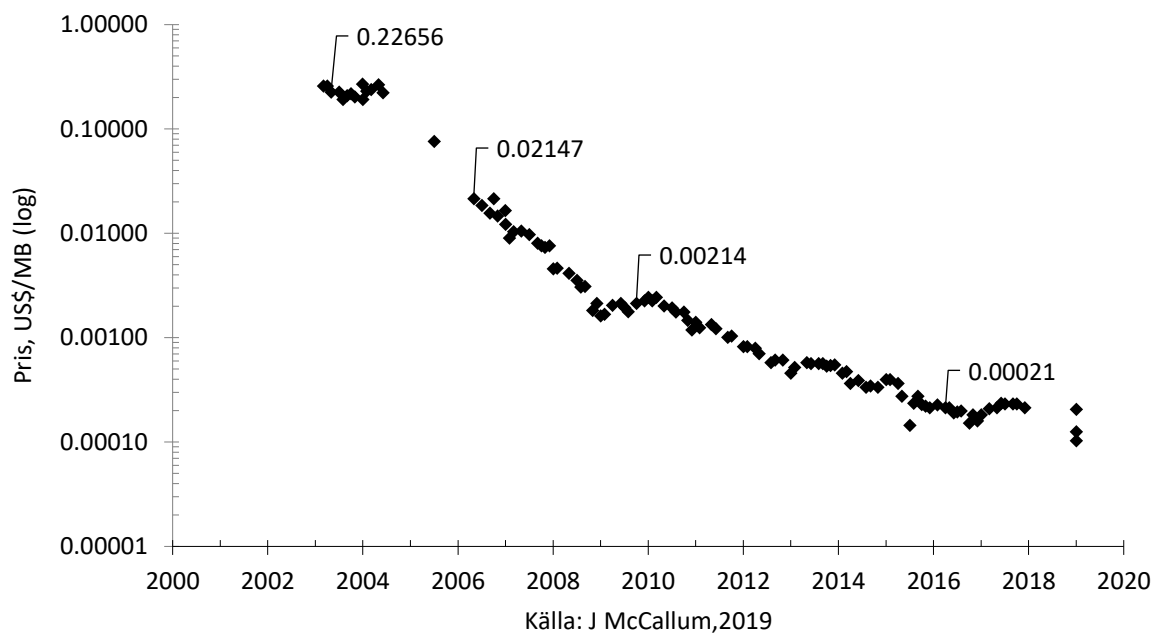
Parallellt med sjunkande priser per MB har kapaciteten på typiska USB-minnen för konsumenter ökat betydligt. 2010 var en vanlig storlek ca 8 GB. Sex år senare, år 2016, var en vanlig storlek istället ca 128 GB. Under de sex åren har med andra ord kapaciteten ökat ca 16 gånger.

Coughlin (2008 och 2018) visar att samma utveckling gällt för minneskort, se Appendix 1. Ett typiskt minneskort för 20 USD var ca 100 MB år 2004, ca 1 GB år 2007, ca 10 GB år 2010 och ca 100 GB år 2016. Med andra ord har kapaciteten utvecklats så att konsumenten fick 1000 gånger mer minne för samma kostnad år 2016 jämfört med 12 år tidigare.

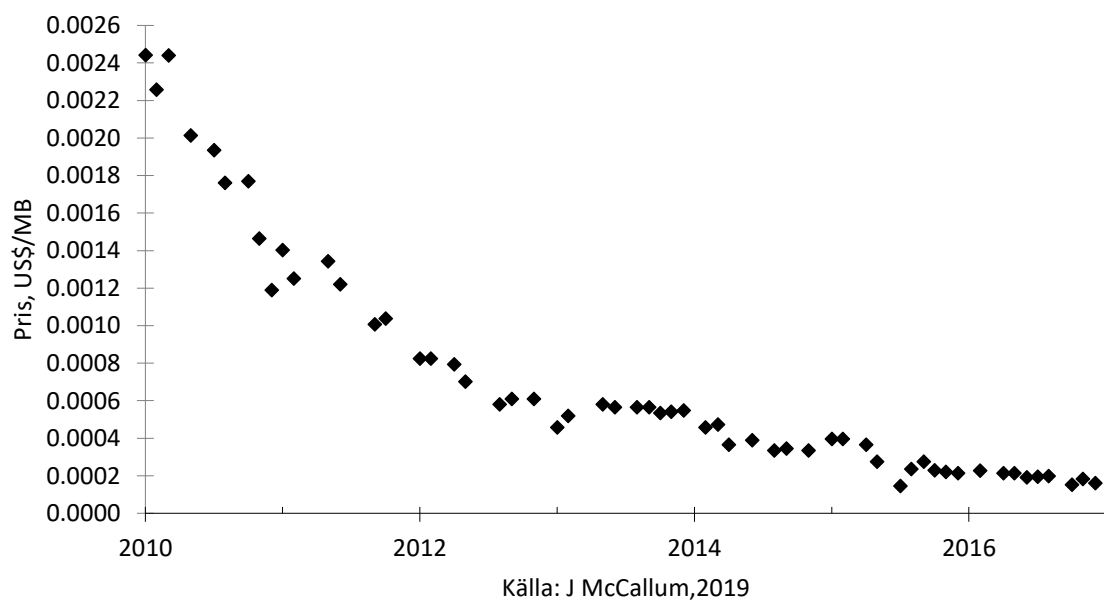
En motsvarande utveckling för Solid State Drives (SSD) visas i appendix 2. Data visar att priset på SSD sjönk från 0.8 USD/GB år 2013 till 0.08 USD/GB år 2019.

Figur 5 Konsumentpris i USA per MB för USB-minne (USD/MB)

Panel A 2003-2019

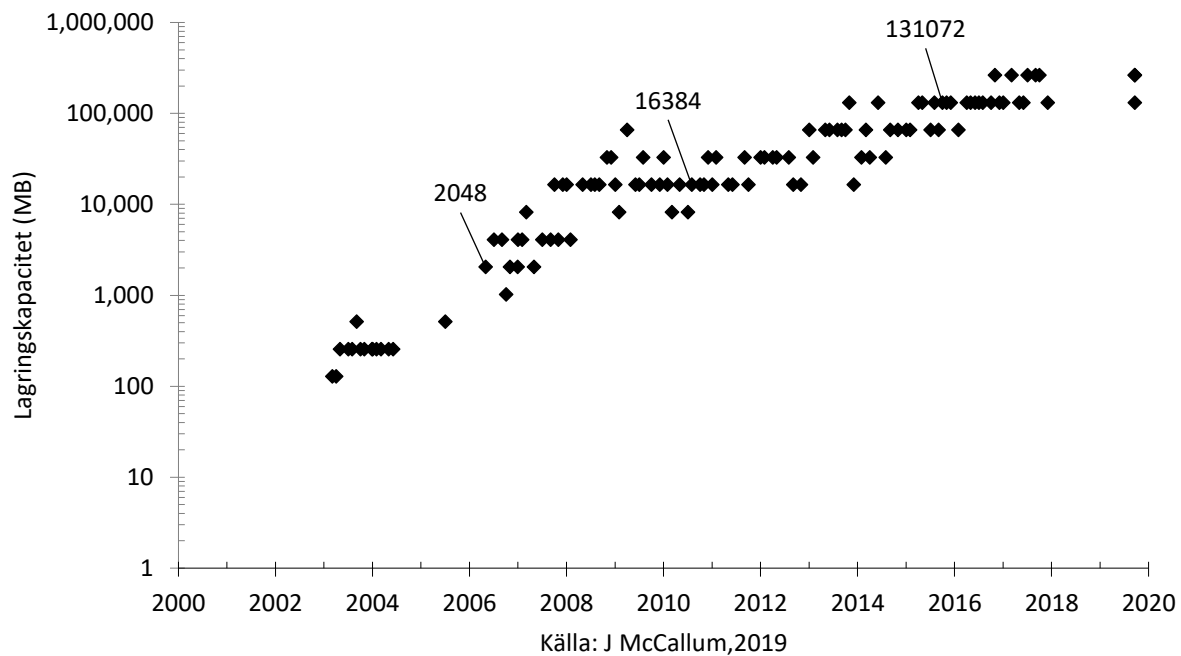


Panel B 2010-2016

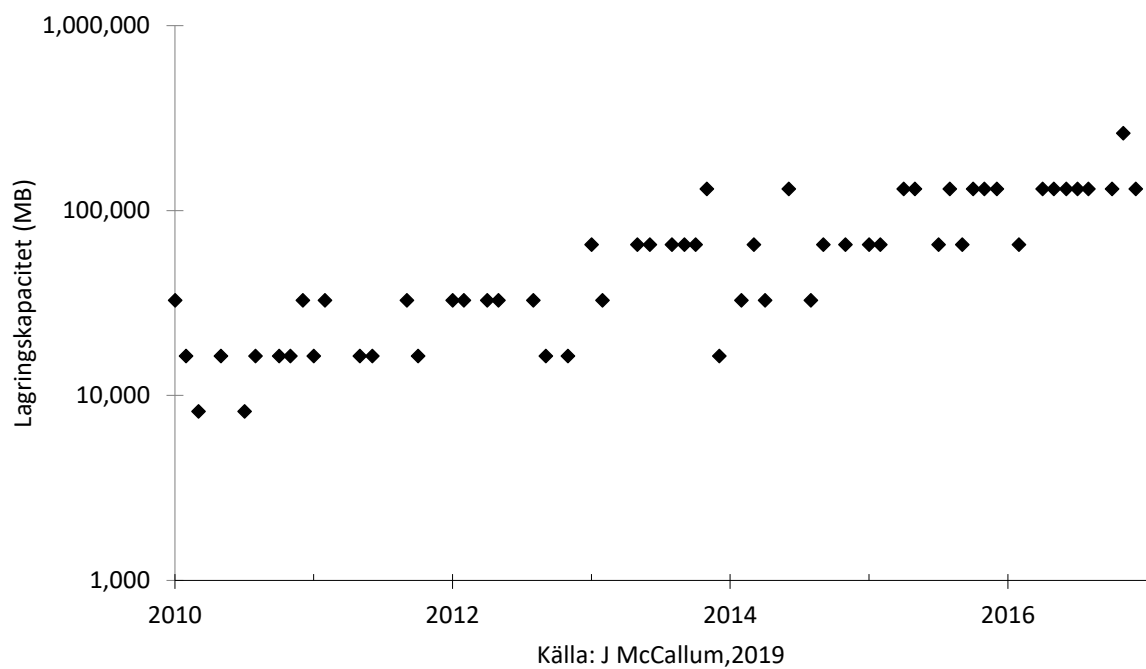


Figur 6 Kapacitet för typiska USB-minnen

Panel A 2003-2019



Panel B 2010-2016

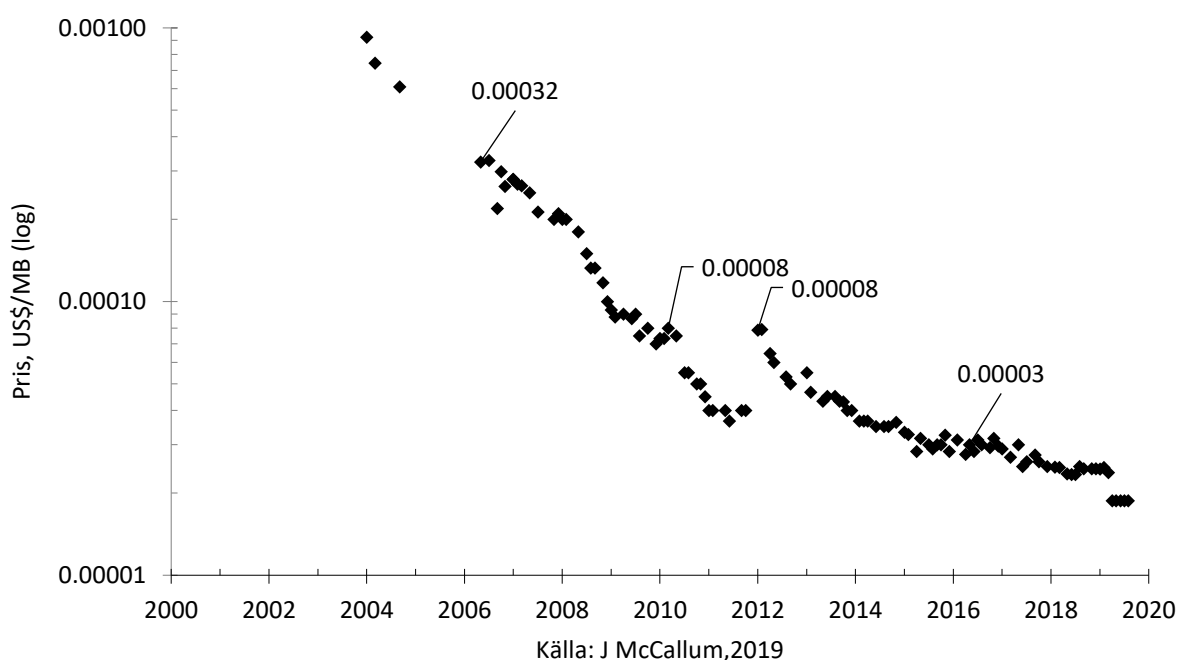


2.4. Pris och kapacitet för mekaniska hårddiskar

Mekaniska hårddiskar för lagring av digital information har funnits en längre tid än flashminnen. Hårddiskar introducerades 1956 till en kostnad på uppskattningsvis ca 10 000 USD/MB.

På grund av kostnadsfördelar i förhållande till flashminne fortsätter mekaniska hårddiskar att säljas i betydande omfattning. Priset på mekaniska hårddiskar (SATA) minskade ca 10 gånger mellan år 2006 och år 2016 från 0,3 USD/GB till ca 0,03 USD/GB. Under hösten 2011 stördes produktionen av hårddiskar på grund av mycket omfattande översvämningar i Thailand, vilket orsakade en kraftig prisuppgång - approximativt till 2010 års prisnivå. Det dröjde till slutet av 2013 innan priserna var nere på samma nivåer som mitten av 2011.

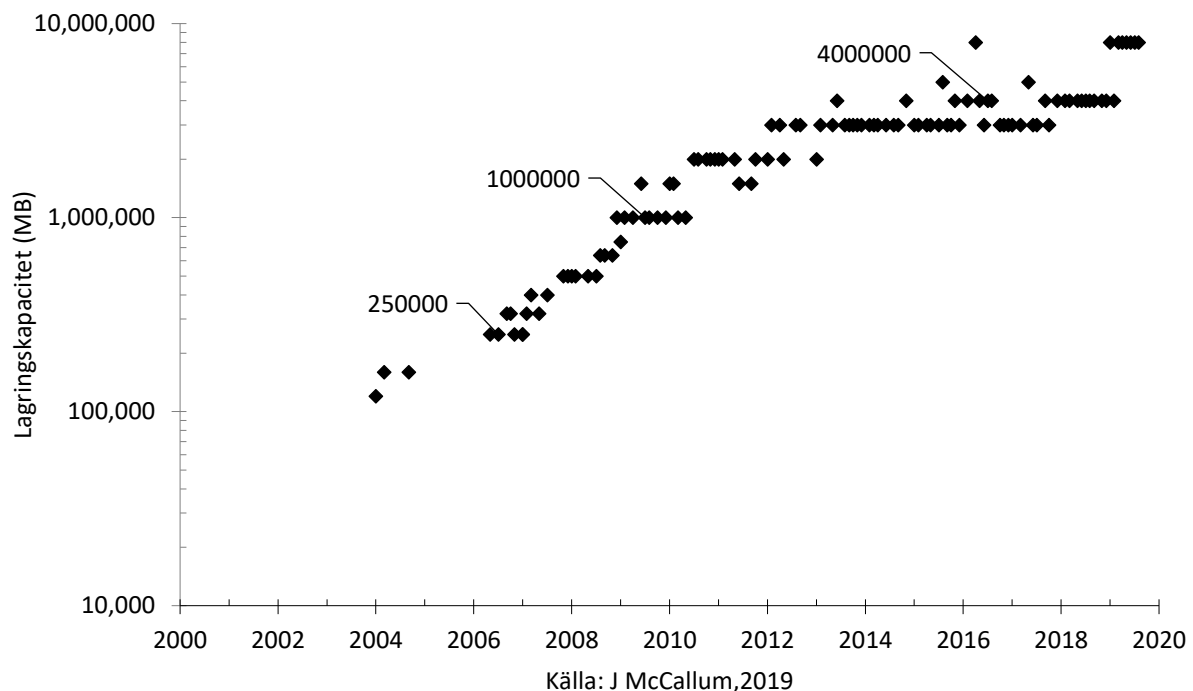
Figur 7 Konsumentpris i USA per MB för mekanisk SATA-hårddisk (USD/MB)



Lagringskapaciteten för mekaniska hårddiskar har i likhet med flashminnen ökat över tid. År 2006 till år 2016 ökade kapaciteten ca 16 gånger. En vanlig storlek på en 3,5 tums SATA hårddisk år 2006 var ca 250 GB. År 2010 hade storleken fyrdubblats till ca 1 TB. År 2016 var en vanlig storlek för en 3,5 tums SATA hårddisk ca 4 TB.

Li (2016) konstaterar att teknikfronten för hårddiskarnas kapacitet – "HDD demos" – växte med ca 34% per år under perioden 2000-2008. Kapacitetsökningen skedde därefter något långsammare. Mellan åren 2008 och 2015 växte kapaciteten 16% per år.

Den något mindre dramatiska utvecklingen för mekaniska hårddiskar jämfört med flashminnen är en naturlig konsekvens av att mekaniska hårddiskar är en betydligt äldre och mer mogen teknologi. Som framgår av Appendix 3 så skedde en 100-faldig ökning av lagringskapaciteten för hårddiskar mellan år 1991 och år 2000.



3. Filstorlek och format för multimediaobjekt

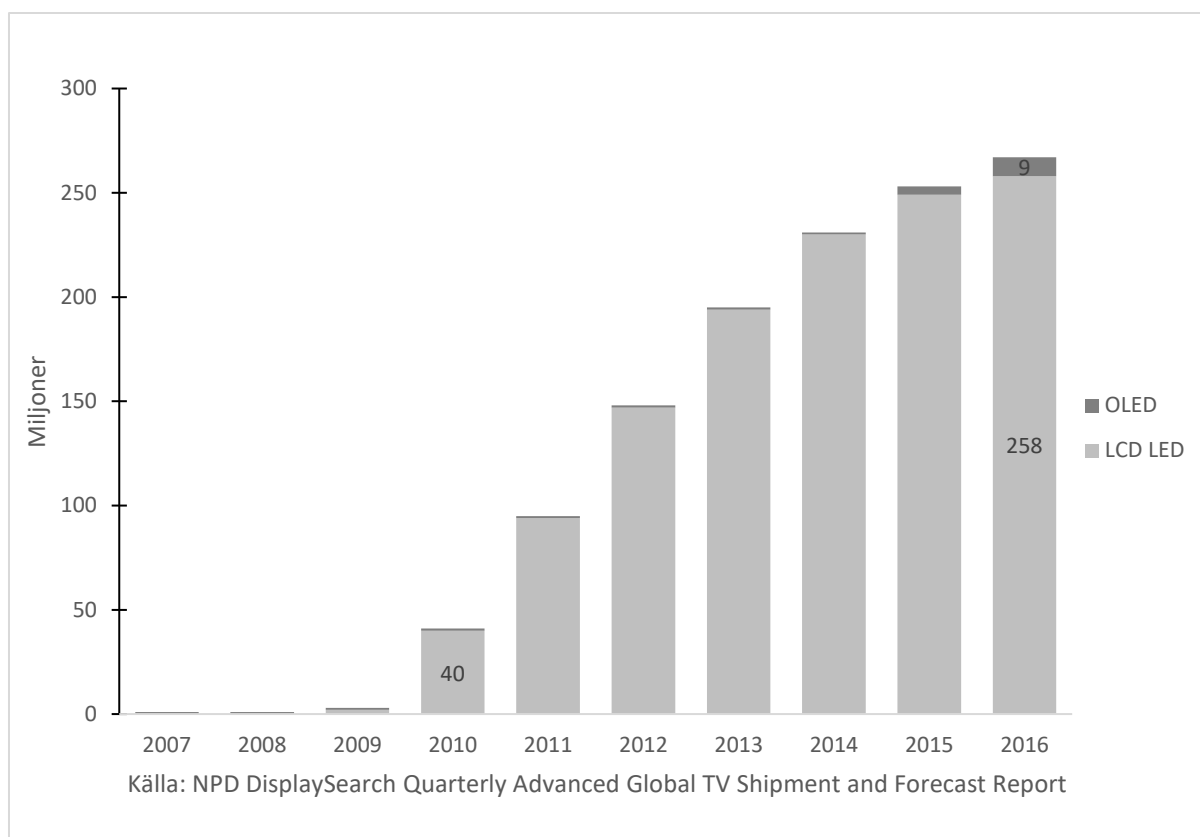
Tre faktorer bidrar till att konsumenternas förbrukning av multimediainnehåll sker med allt större upplösning och därmed leder till att multimediaobjektens storlek blir allt större. För det första gör bredbandsutbyggnaden att allt större datamängder kan överföras till konsumenterna till en låg kostnad för användaren. För det andra leder den snabba teknikutvecklingen av flashminnen till att konsumentprodukterna kan ha allt mer avancerad mjukvara installerad. För det tredje blir gränssnitten, i synnerhet digitala skärmar, hörlurar, grafikkort och ljudkort, allt bättre och möjliggör att konsumenterna konsumerar mediainnehåll med allt bättre bild- och ljudkvalitet.

3.1. Bildskärmsupplösning

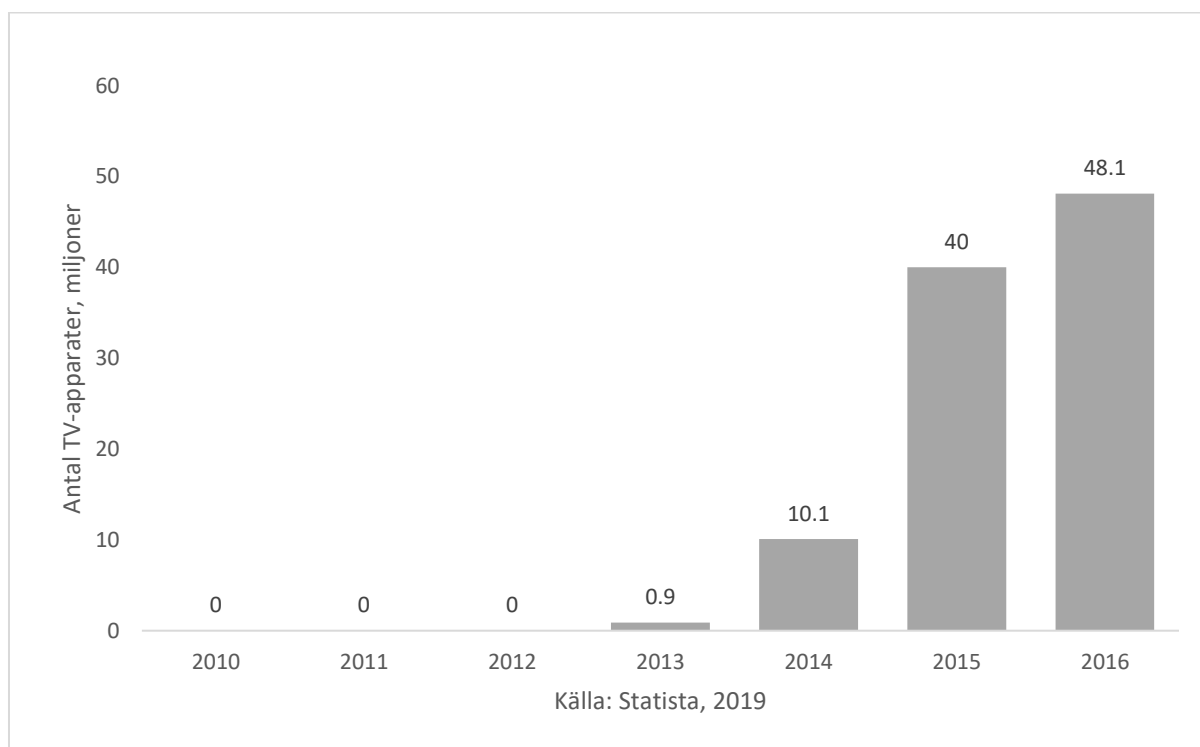
Under perioden 2010 till 2016 ökade försäljningen av LED-TV kraftigt på global nivå. I takt med att traditionella, analoga TV-apparater slutat säljas har konsumenterna övergått till digitala skärmar med allt bättre upplösning. Från 2010 till 2016 ökade antalet sålda LED-TV på världsmarknaden från 40 miljoner till 267 miljoner.

Under perioden 2013 till 2016 ökade antalet TV-apparater med ultra-hög upplösning (4K) med ca 50 gånger från 0,9 miljoner till 48 miljoner sålda TV-apparater i världen.

Figur 8 Global försäljning av antal LED TV-apparater

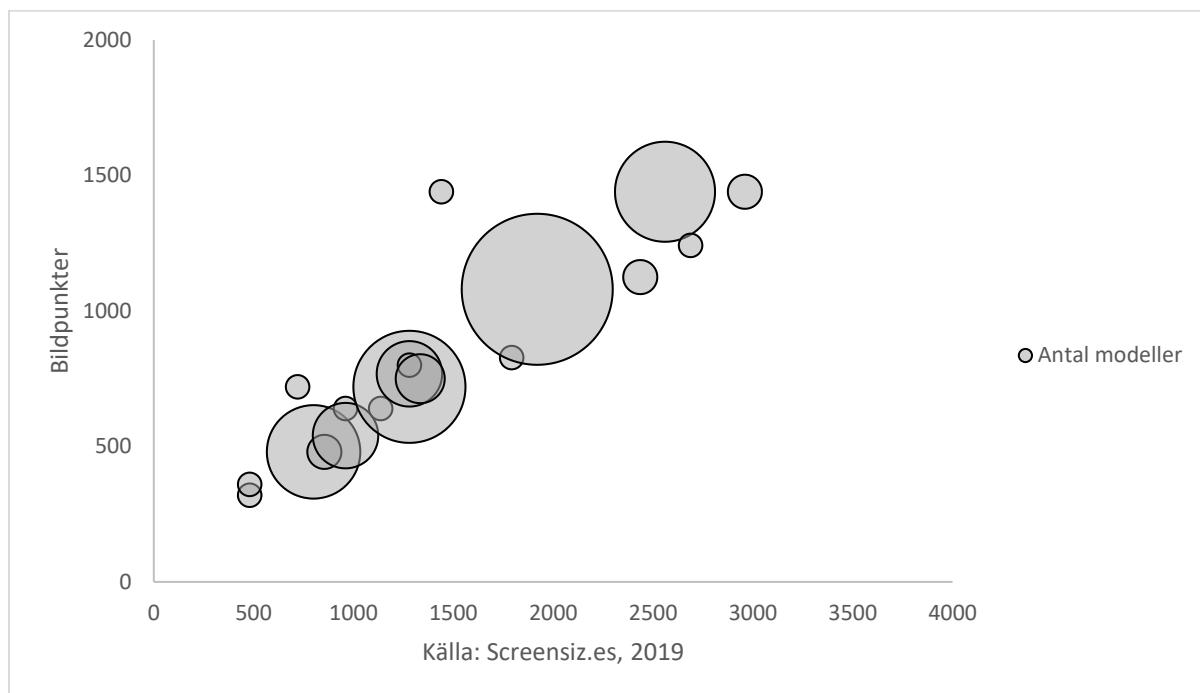


Figur 9 Global försäljning av 4K Ultra-HD TV (antal)

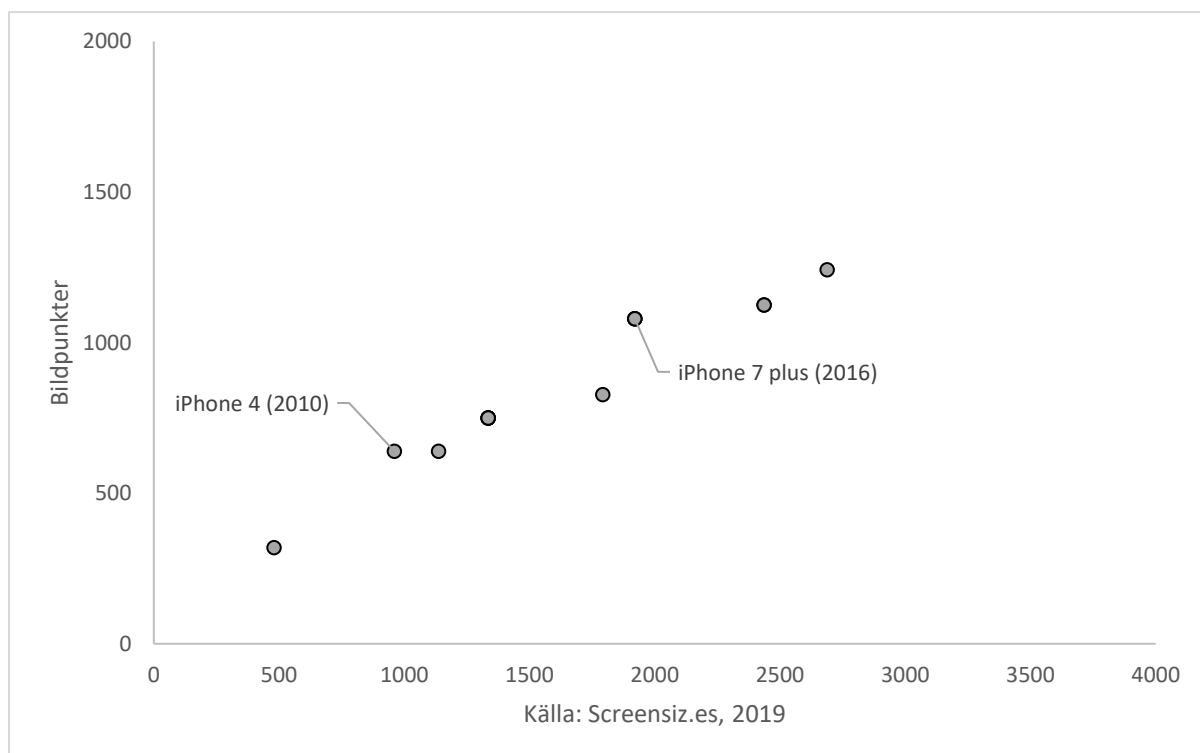


Samtidigt som den ökande försäljningen av LED-TV med allt högre upplösning så har smarta telefoner fått allt bättre skärmar för läsning, videostreaming, webbsurfning, fotovisning mm.

Figur 10 Smarta telefoner skärmstorlek för olika modeller



Figur 11 Apple iPhone skärmstorlek för olika modeller



3.2. Multimediafiler

Multimediaobjektens storlek har ökat kraftigt över tid. Under perioden 2010 till 2013 växte andelen svenskar som hade tillgång till internet via fibernät till närmare 50%. Under samma period byggdes mobilnät för 4G som gav ca 99% av den svenska befolkningen tillgång till mobilt bredband och halva

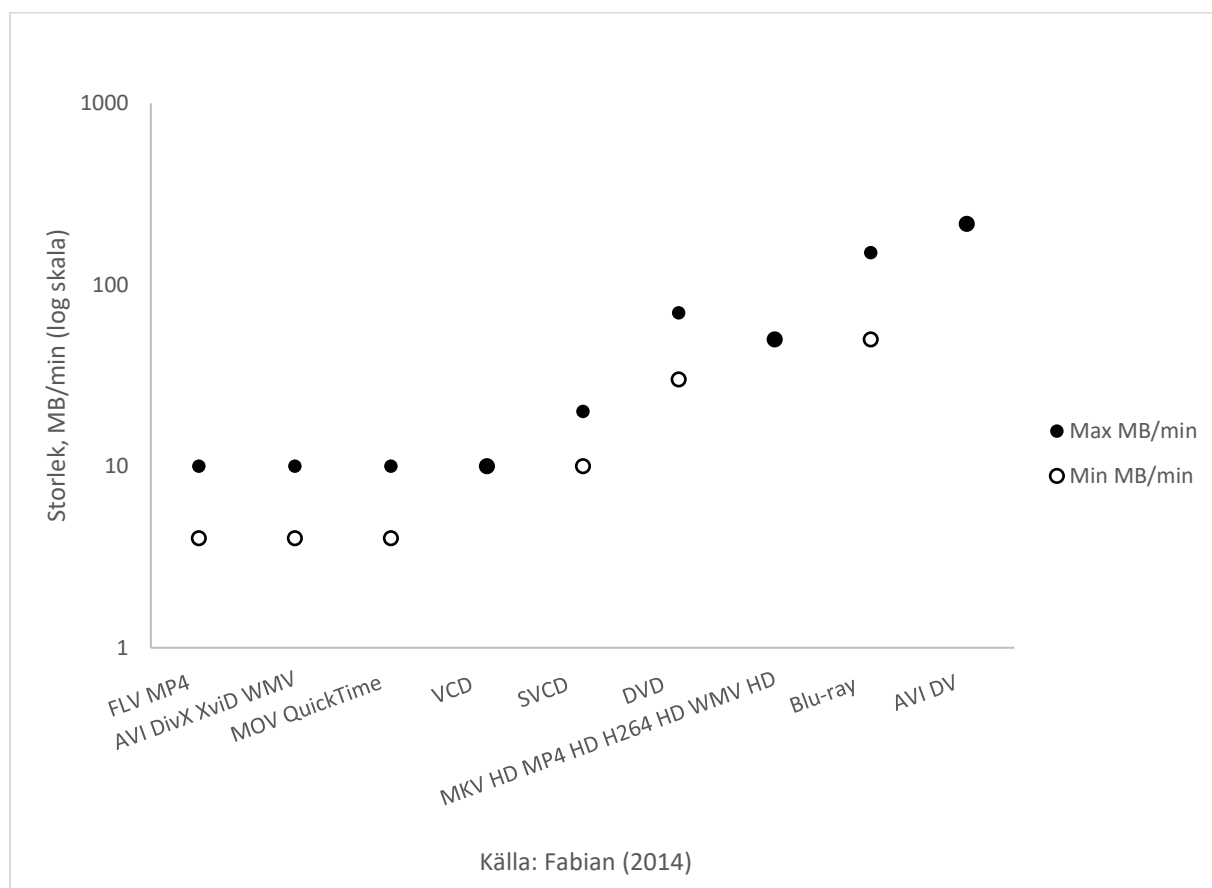
befolkningen fick tillgång till egen smart telefon med högupplöst skärm och kamera. Konsumenttrafiken på internet blev tre gånger så stor på global nivå. Denna period är förknippad med en kraftig förskjutning mot högre upplösning och bättre kvalitet på bild, ljud och video.

Två faktorer samverkar i denna utveckling. För det första blir såväl kvalitet som upplösning för ett givet verk allt bättre och multimediaobjektet blir därmed större. I Appendix 4 återfinns en beskrivning av utvecklingen av multimediaformat och hur denna påverkat storleken på multimediaobjekt.

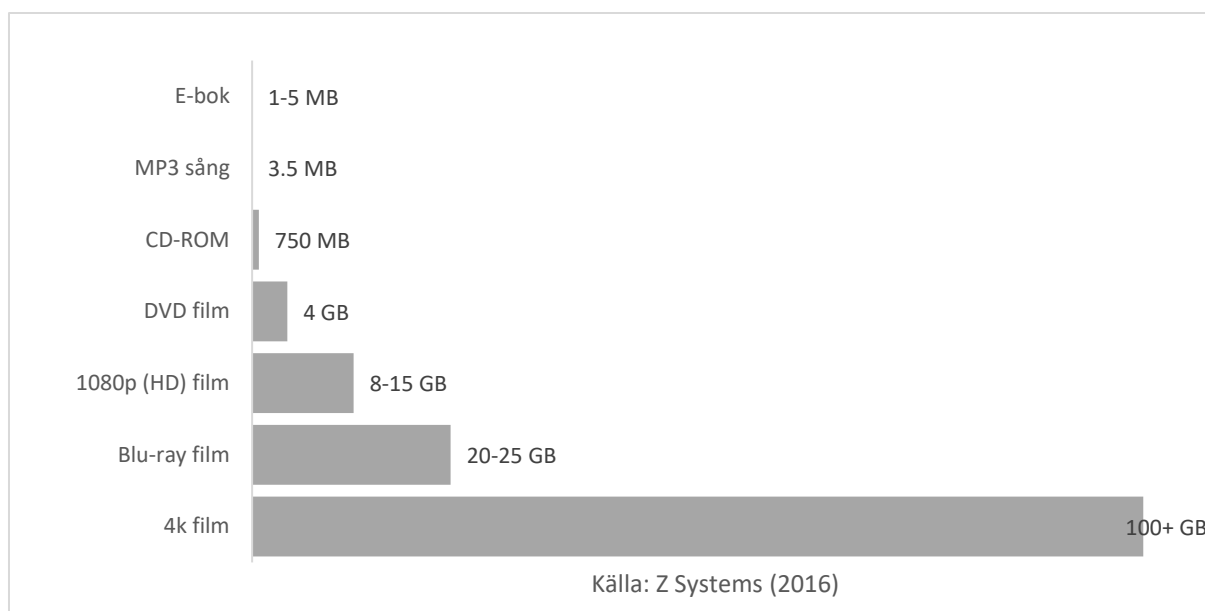
Konsumenterna har gått mot att konsumera format med allt högre upplösning. En videofil med standardupplösning är ca 4-10 MB/min medan en video med hög upplösning är ca 10 gånger större. Appendix 5 visar visuellt hur den relativa storleken på olika bild-/videoformat är.

Den andra betydande förändringen är den förändrade konsumtion som teknikutvecklingen och utbyggnaden av fibernät lagt grunden för. Över tid har det skett en betydande förskjutning från text till ljud och stilla bilder till video. Denna förändring är än mer dramatisk än förändringen av upplösning. En typisk MP3-låt är ca 3-4 MB medan en typisk film i högupplösning är ca 3-4 GB. Skillnaden mellan en musikkåt och en normallång film är därför 1000 gånger i storlek.

Figur 12 Storlek för videoformat



Figur 13 Storlek för typiska multimediafiler



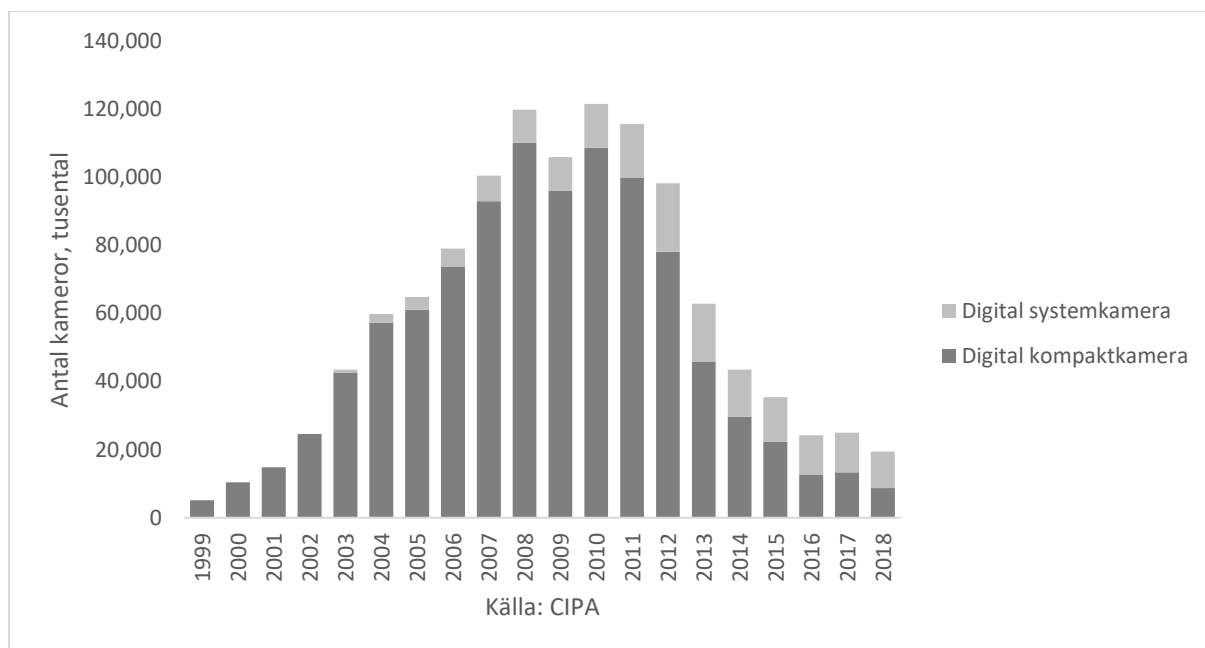
4. Användarproducerade digitala multimediafiler (digitalfoto)

Marknaden för flashminnen hänger intimt samman med privat digitalfotografering. Minneskort och flashminnen som integreras i konsumentprodukter används i växande utsträckning för att lagra privata bilder som i tas av användaren själv eller av vänner och anhöriga.

4.1. Privat digitalfotografering

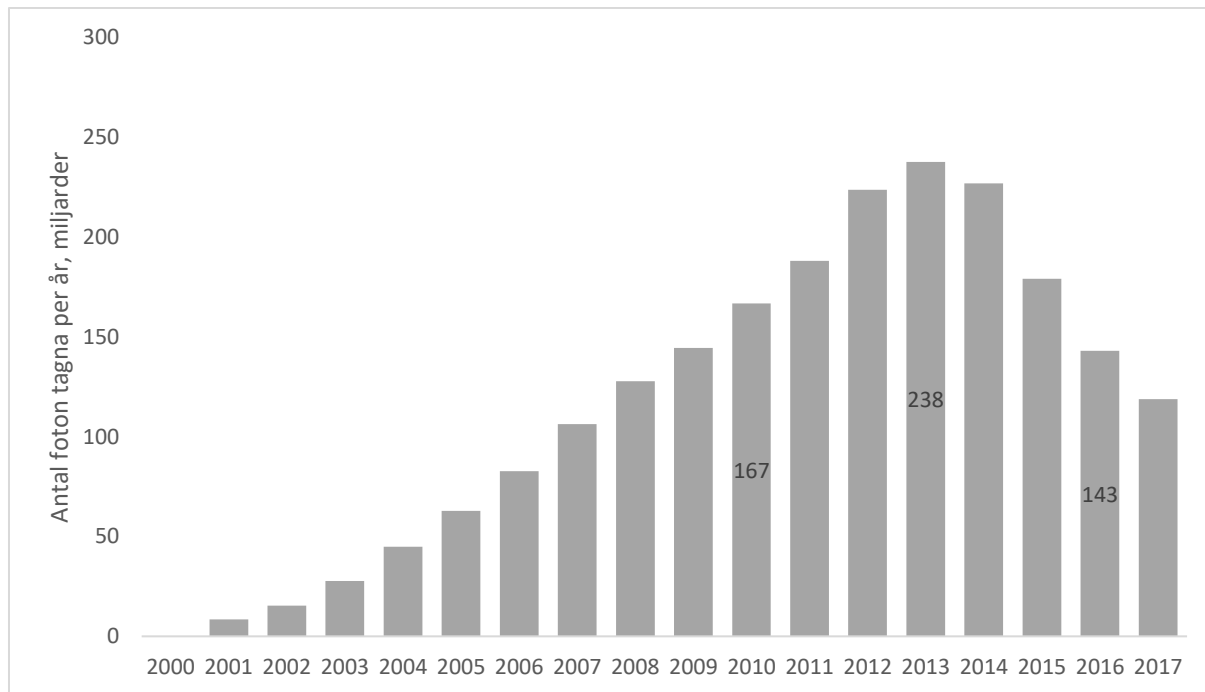
Under perioden från 2000 fram till 2010 växte marknaden för digitala kameror kraftigt. Volymen var som störst 2010 då 121 miljoner digitalkameror såldes på global nivå. Då hade 749 miljoner digitalkameror sålts sedan digitalkamerorna introducerades drygt tio år tidigare. Fram till 2016 hade det totala antalet sålda digitalkameror vuxit till 1,13 miljarder på global nivå.

Figur 14 Försäljning av digitalkameror i världen



Försäljningen av digitalkameror ökade antalet fotografier som togs av privatpersoner kraftigt. År 2010 togs det uppskattningsvis 167 miljarder foton med digitalkameror. 2013 togs det uppskattningsvis 238 miljarder foton. 2016 hade digitalkamerorna i betydande utsträckning ersatts av smarta telefoner med kamera och antalet foton som togs med digitalkamera hade sjunkit till 143 miljarder.

Figur 15 Antal tagna foton per år med digitalkamera i världen³



4.2. Användning av kameratelefoner

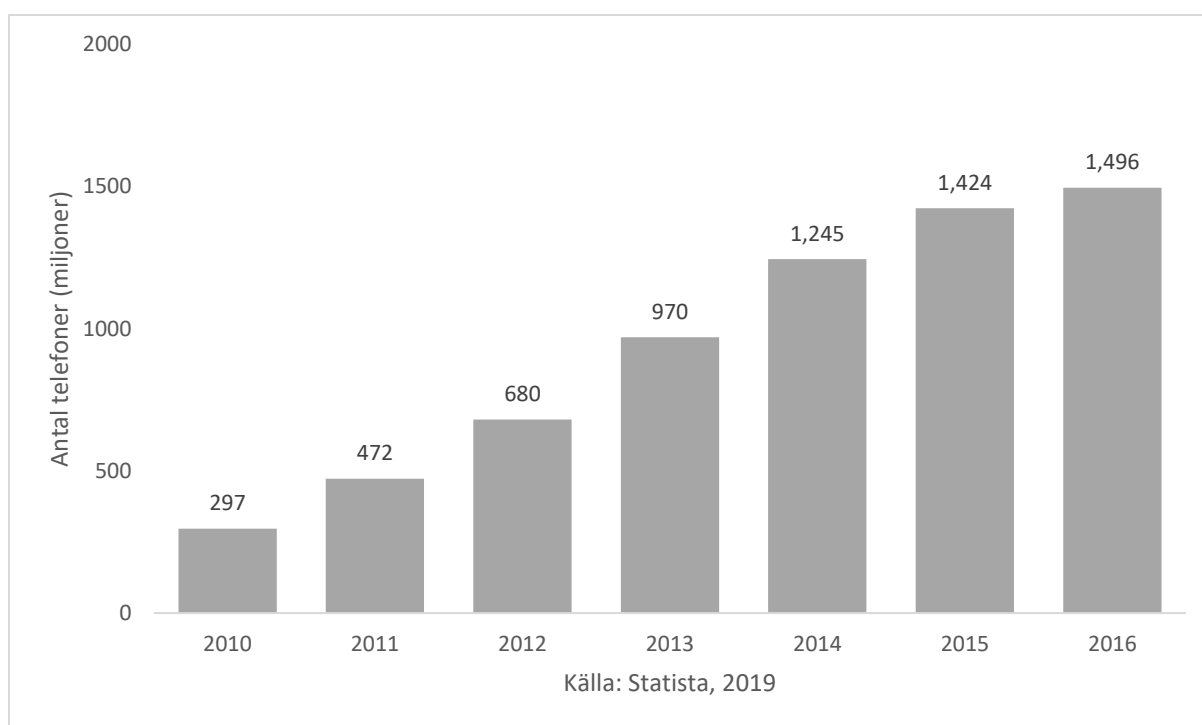
Under perioden 2010 till 2016 växte antalet sålda smarta telefoner kraftigt. År 2010 såldes det ca 0,3 miljarder smarta telefoner i världen. 2016 såldes ca fem gånger så många smarta telefoner, närmare 1,5 miljarder.

En av de viktigaste funktionerna hos en smart telefon för användarna är telefonens inbyggda kamera (kameror). Utvecklingen av marknaden för smarta telefoner har därför i betydande utsträckning gått hand i hand med utvecklingen av användarproducerade multimediaobjekt (foton och video) och användandet av sociala media (Facebook, Instagram, Snapchat mm).

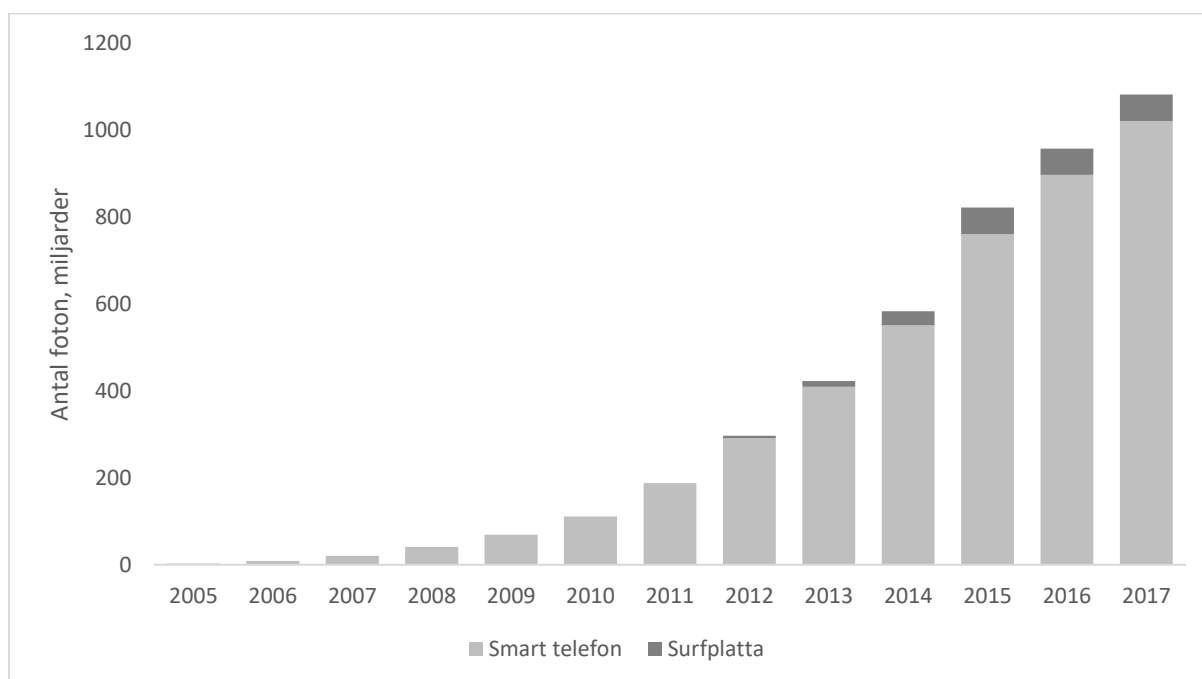
Tillväxten av antal foton som tas med smarta telefoner har varit kraftig. Uppskattningsvis togs det ca 111 miljarder foton med smarta telefoner 2010. Sex år senare, år 2016, togs det nästan nio gånger så många foton, ca 957 miljarder foton, av användarna av smarta telefoner.

³ Egna estimat baserade på Heyman (2015), Molla (2017), Mylio (2017) och Saracco (2016).

Figur 16 Antal sålda smarta telefoner med kamera (globalt)



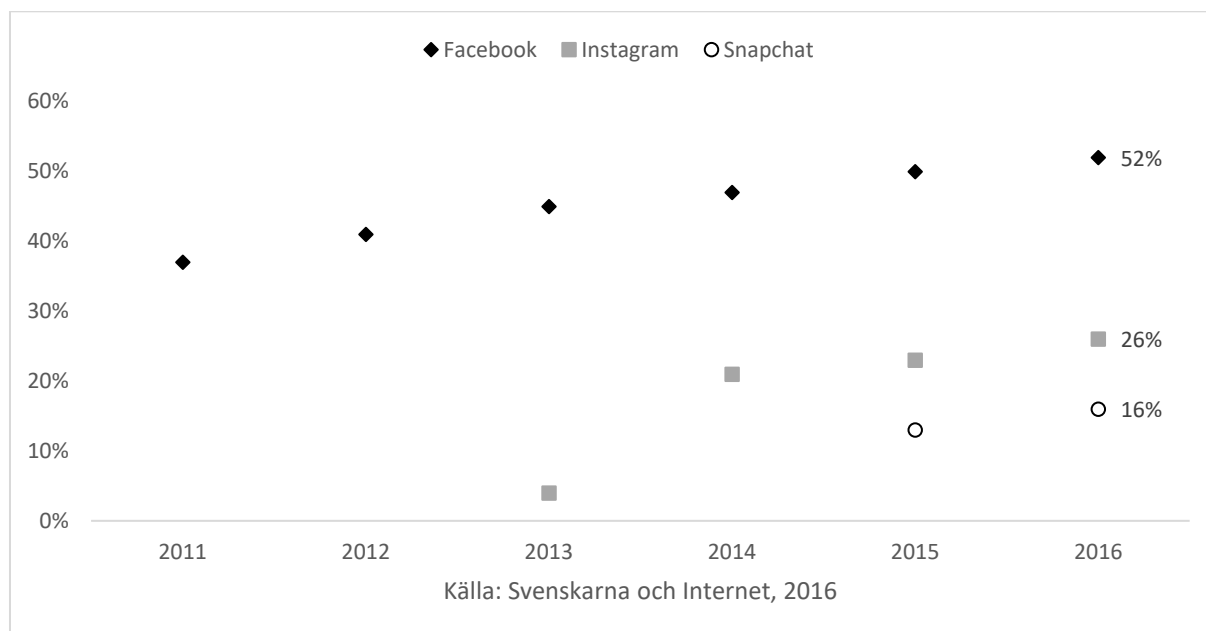
Figur 17 Antal tagna foton per år med kameratelefon i världen⁴



⁴ Egna estimat baserade på Heyman (2015), Molla (2017), Mylio (2017) och Saracco (2016).

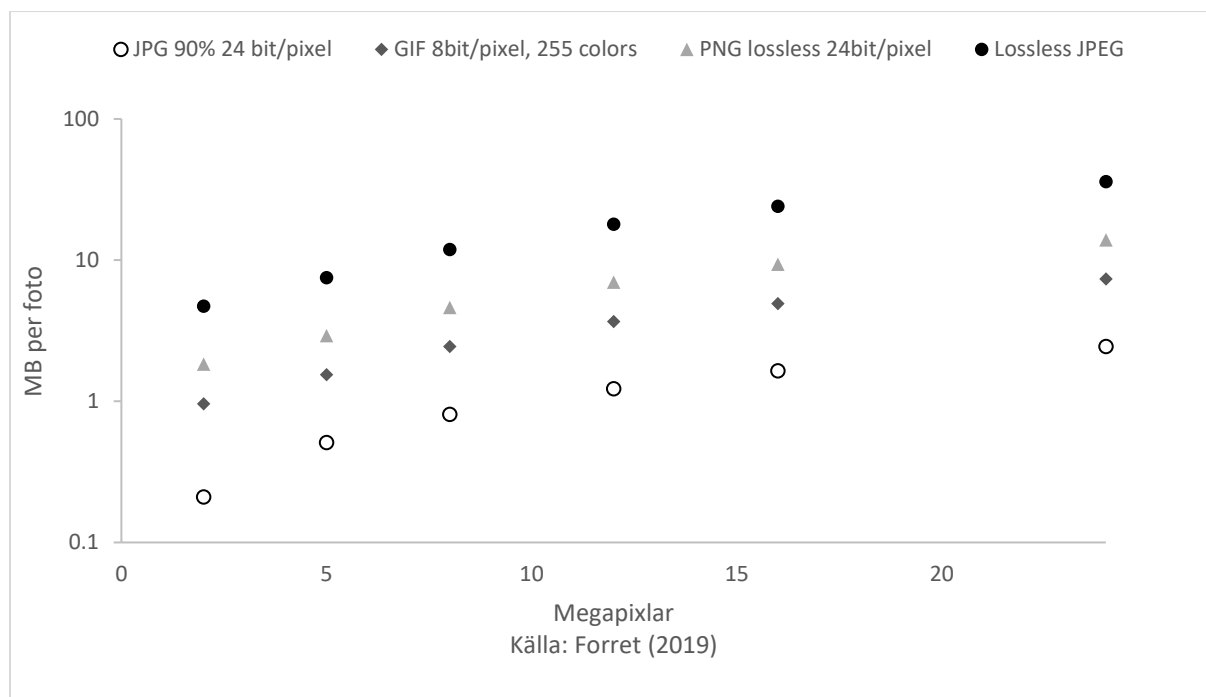
I takt med den ökande användningen av smarta telefoner med kamera så har användningen av sociala medier ökat i Sverige. 2016 hade andelen av befolkningen som använde Facebook ökat till 52% och andelen som använde Instagram hade vuxit till 26%.

Figur 18 Daglig användning hos befolkning 12+ år av Facebook, Instagram, Snapchat i Sverige

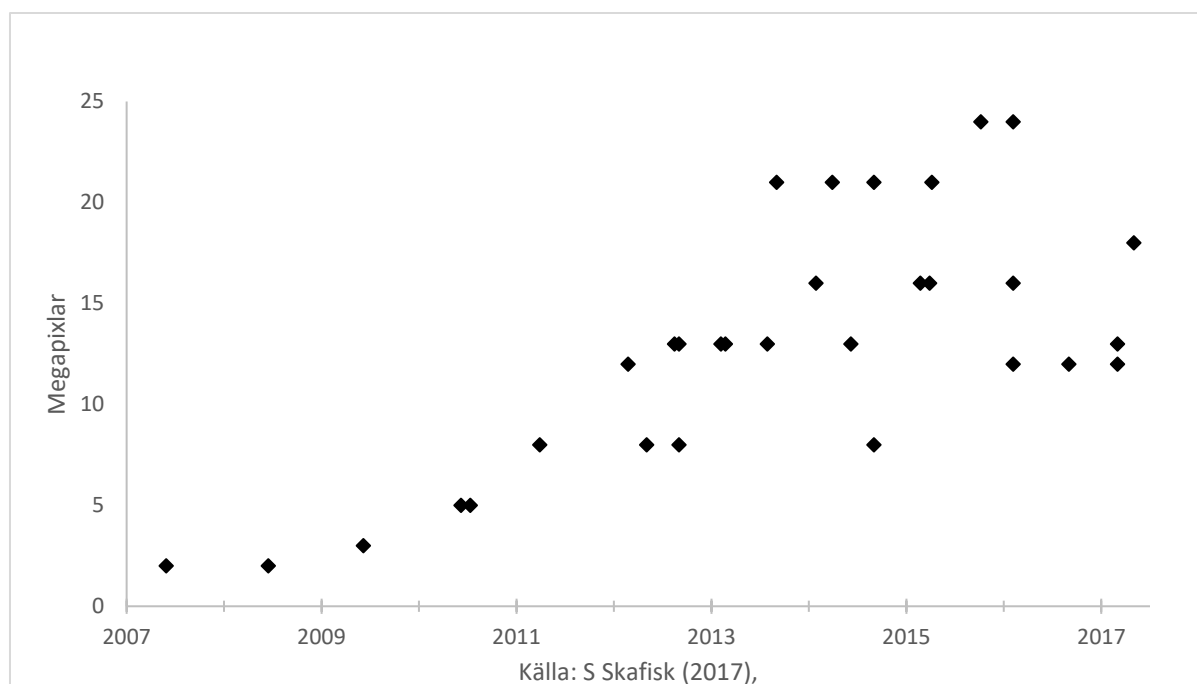


Behovet av lagringsutrymme för digitala foton har vuxit exponentiellt. År 2010 var en typisk kamera ca 3-5 MP. 2016 var en typisk kamera 16-24 MP. Samtidigt har skärmarna blivit bättre och behovet av lagring av filer i bättre format med mindre förluster har ökat.

Figur 19 Filstorlek i olika format av foto taget med kameratelefon



Figur 20 Kapacitet hos kamera på smarta telefoner



5. Streaming av musik och film

På 1990-talet digitaliserades böcker och bilder genom att fysiska verk scannades och sparades i digitala format. Tryckta verk scannades och blev PDF- eller TIFF-filer. Fysiska fotografier scannades och blev JPG- eller GIF-filer.

För att öka användbarheten och för att skapa större användarflexibilitet rippades musik och filmer (ibland i strid med geobegränsningar) som distribuerats via optiska media såsom CD och DVD till filer som kunde spelas på datorer och MP3-spelare.

På grund av begränsningar i överföringshastighet via internet skapades lokala kopior av filerna. Höga kostnader för lagring och begränsad upplösning hos skärmar och begränsad kapacitet hos ljudkort och grafikkort så sparades filer i relativt begränsad storlek.

Under de senaste 10 åren har utvecklingen gått i en annan riktning. Högre överföringshastigheter via internet, fler och mer mobila konsumentprodukter samt teknik med funktionalitet för högre kvalitet har medfört att media innehåll distribueras direkt via internet i realtid till konsumenternas utrustning, ofta i form av smarta telefoner eller surfplattor.

Streaming har snabbt vuxit i betydelse. Detta har flera viktiga konsekvenser. För det första minskar behovet och incitamenten för konsumenterna att ha lokala kopior för eget bruk. Media innehåll kan konsumeras i realtid direkt via internet. För det andra innebär framväxten av legala streamingtjänster att det finns en kommersiell möjlighet för att upphovsmän och artister får ersättning för sina verk och sin medverkan. För det tredje leder streaming till att det går att direkt mäta den individuella konsumtionen, vilket lägger grunden för en mer effekt och rättvis betalning för den underhållning som konsumeras. För det fjärde innebär framväxten av streamingtjänster i praktiken att den direkta tillgången till filkopior för slutanvändaren minskar, vilket minskar risken för att dessa filer delas.

5.1. Musik- och filmkonsumtion i realtid

Under perioden 2013-2016 växte andelen svenskar som konsumerade underhållning via internet. Andelen internetanvändare som använde Youtube växte från 78% till 85%. Andelen som använde

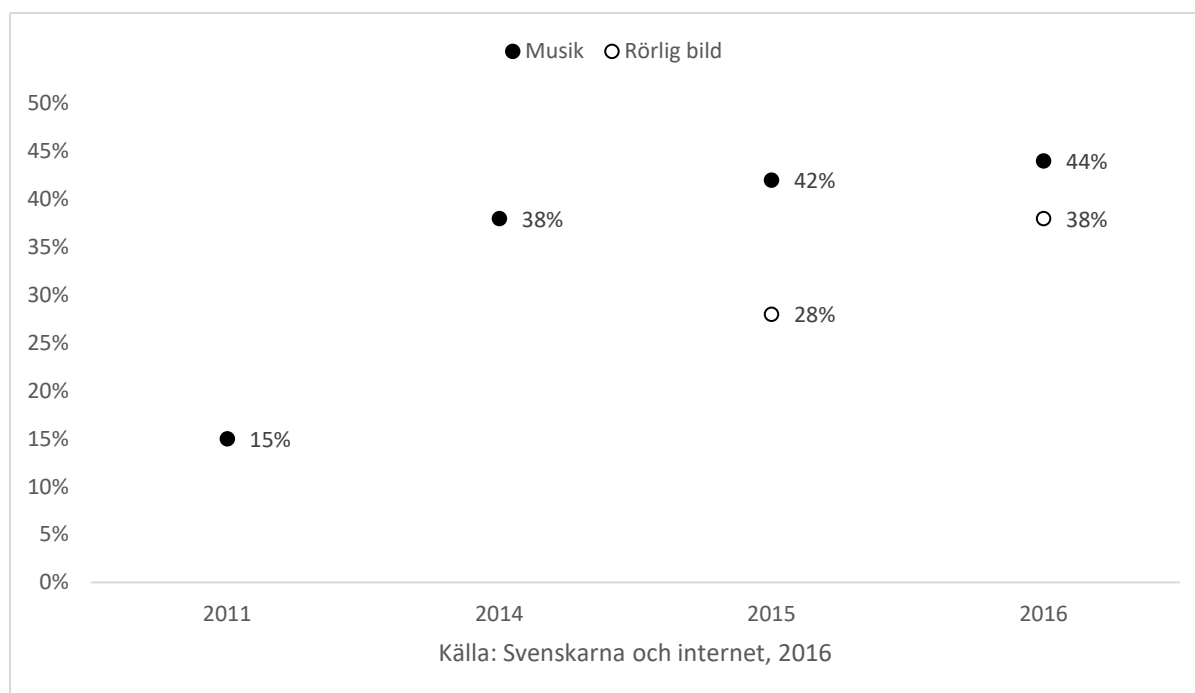
internet för att se film ökade från 46% till 74%. Andelen som lyssnade på musik via internet växte samtidigt till 79%. TV och filmer via playtjänster växte från 65% till 70%.

Tabell 6 Internetanvändare som lyssnat på musik och sett film via internet

Andel	Youtube	Se på film/video	Lyssna på musik	Spotify	Netflix	Playtjänster
2013	78.0%	46.0%	63%			65%
2014	81.0%	52.0%	75%	58%		63%
2015	83.0%	70.0%	77%	60%	28%	67%
2016	85.0%	74.0%	79%	62%	38%	70%

Betald streaming av musik och film blev allt vanligare mellan 2011 och 2016. Andelen som köpte musikstreaming växte från 15% år 2011 till 44% år 2016. Andelen som betalade för streaming av film, TV-serier och sport växte samtidigt till 38%.

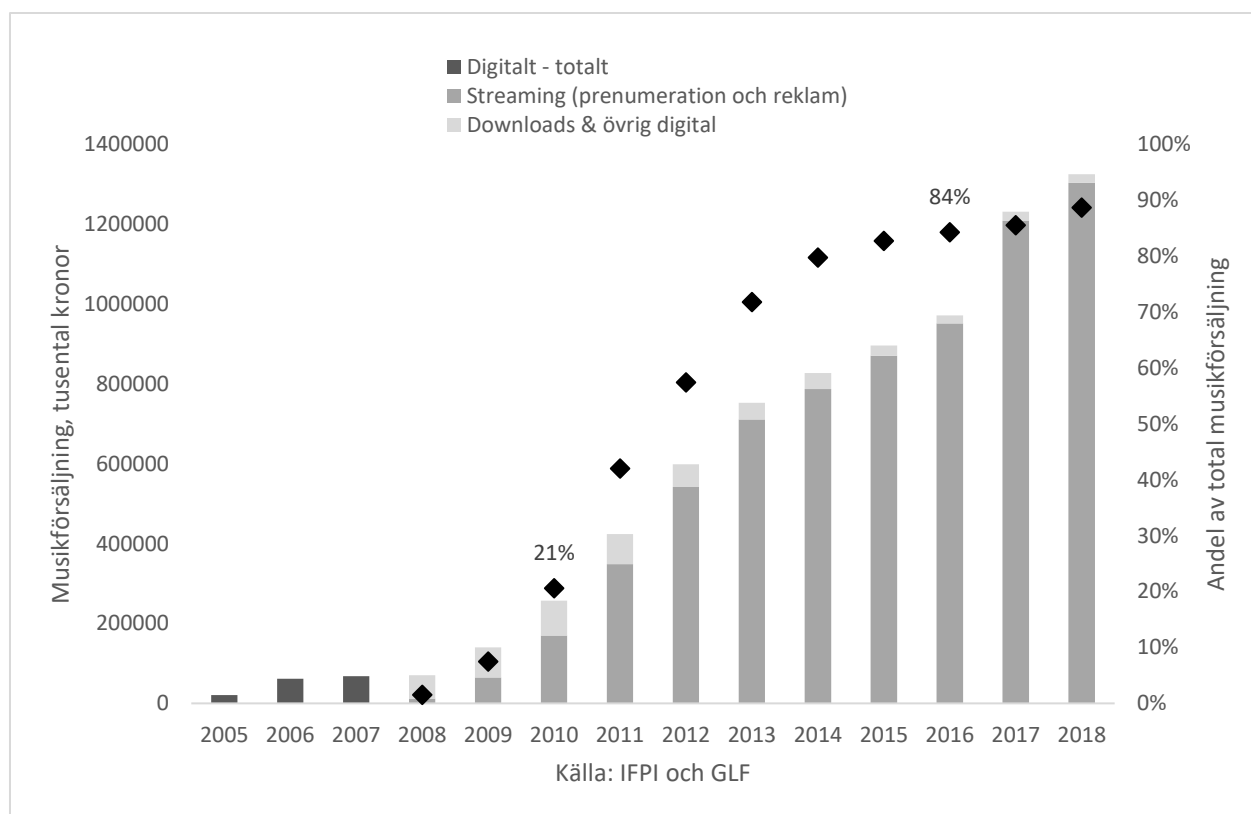
Figur 21 Internetanvändare i Sverige som betalat för strömningstjänster



5.2. Musikstreaming i Sverige

Under perioden 2010 till 2016 växte den lagliga streamingen i Sverige kraftigt. Streaming gick från att vara 21% av musikköpsförsäljning i Sverige år 2010 till 84% av musikköpsförsäljningen år 2016. En viktig förklaring till den snabba tillväxten för musikstreaming i Sverige är Spotifys framgångar bland svenska internetanvändare.

Figur 22 Musikförsäljning i Sverige



5.3. Videostreaming via internet

Under perioden 2011 till 2016 sker en kraftig tillväxt av videostreaming via internet. Konsumenterna använder i ökande utsträckning internet för att se filmer, tv och underhållning via internet.

År 2011 var videostreaming av konsumenter via internet ca 10423 PB. Fem år senare, år 2016, hade konsumenternas videostreaming via internet vuxit till ca 45280 PB. Videostreaming som andel av den totala konsumenttrafiken på internet växte från ca 51% år 2011 till ca 55% år 2016. Videostreaming har således ökat i både absoluta och relativa termer.

Marknaden för betald videostreaming (SVOD) växte kraftigt i Europa under perioden 2011 till 2016. Antalet prenumeranter i EU27 växte från 0,6 miljoner till 38,7 miljoner och intäkterna växte från 41 MEUR till 2525 MEUR. De fem största länderna för SVOD i Europa var Storbritannien, Tyskland, Sverige, Danmark och Norge. Under perioden 2011 till 2016 växte betalstreamingkunderna från 1% av alla betaltjänster för TV (inklusive traditionella "linjära" betalkanaler) till 18% år 2016.

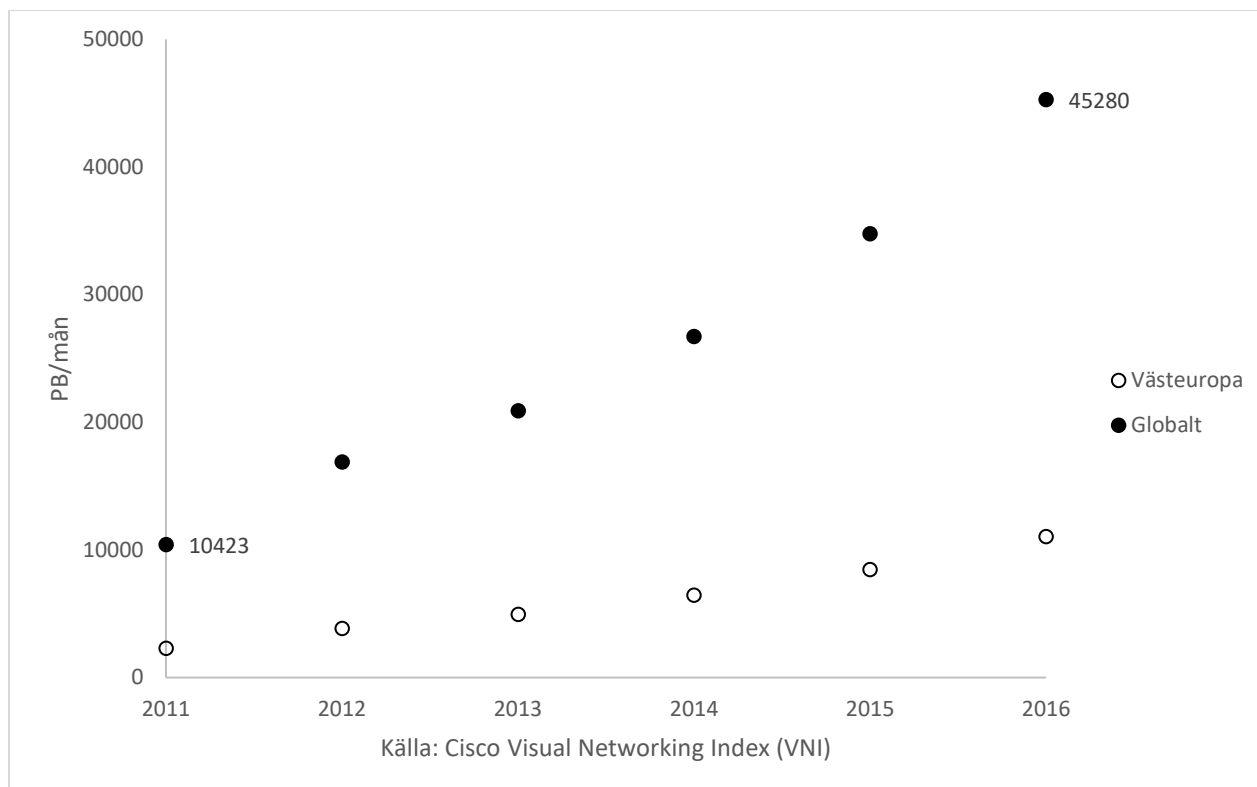
Tabell 7 Betald videostreaming i Europa (SVOD)

EU	Intäkt (MEUR)	Pren (milj)	ARPU (€/pren)
2011	41	0.6	
2012	121	2.8	43
2013	370	6.6	56
2014	844	15.2	56
2015	1621	24.9	65
2016	2525	38.7	65

Källa:

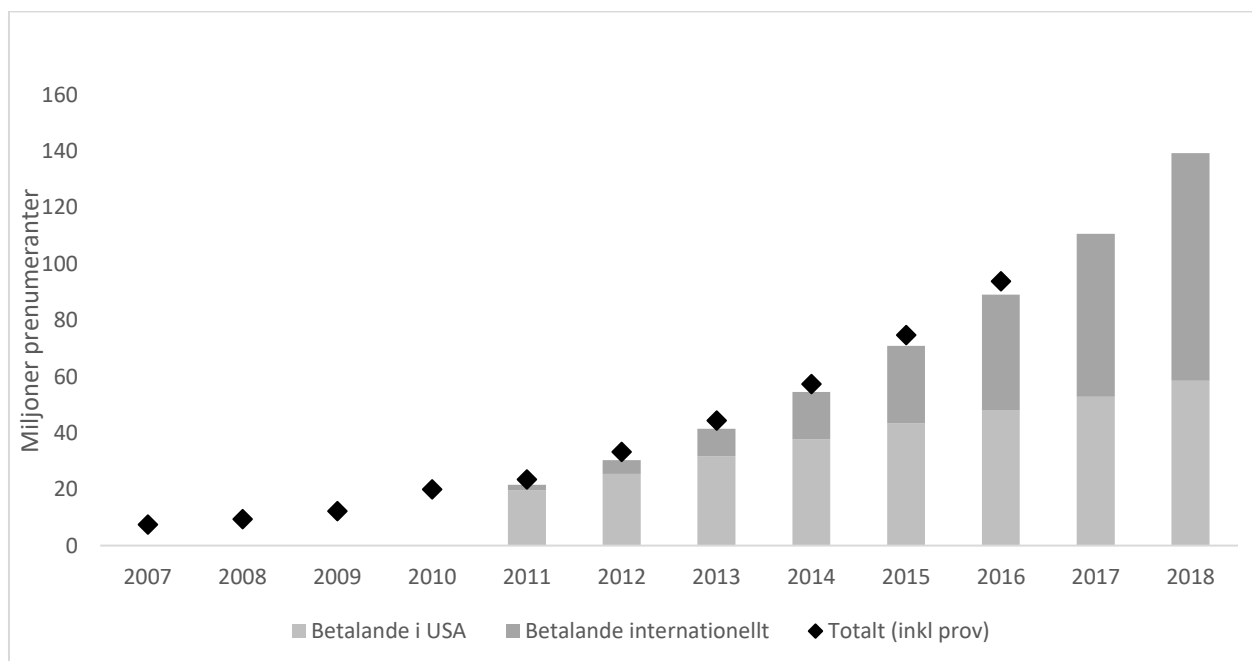
The European Audiovisual Observatory, 2018

Figur 23 Internetvideo för konsumenter



Ett exempel på streamingbolagens framgångar är tillväxten i antalet Netflixanvändare. År 2010 hade Netflix ca 20 miljoner användare i världen. År 2016 hade antalet nästa femdubblats till 94 miljoner användare. 96% av dessa var betalande prenumeranter. Andelen prenumeranter utanför USA hade vuxit till 46%.

Figur 24 Netflix antal betalande prenumeranter i världen



6. Lagringskapacitet som komplement för applikationer

Datalagring är ett viktigt komplement för andra komponenter i konsumentprodukter. Funktionaliteten hos konsumentelektronik kräver inte sällan lokal lagringskapacitet både för mjukvara och data.

Priset på flashminne har minskat samtidigt som användningen av lagringskapacitet har ökat till följd av installation och integration av kompletterande funktioner. Detta är naturligt och i linje med ekonomisk teori. När priset på ett komplement sjunker ska efterfrågan öka. Detta är också vad som har hänt på marknaderna för konsumentelektronik.

På hårdvarusidan har, som vi visat tidigare i denna utredning, lägre kostnad för lagring gått hand i hand med allt mer kraftfulla och högupplösta skärmar och kameror i mobiltelefoner och surfplattor. Samtidigt integreras allt mer avancerade funktioner, exempelvis i form av geopositionering, som leder till att användarens beteende genererar mycket stora datamängder.

På mjukvarusidan sker en motsvarande utveckling. Tillverkarna utvecklar operativsystem som blir allt mer avancerade och kräver allt mer lagringsutrymme för att installeras och köras. På senare år har mjukvaran fått bättre funktionalitet avseende säkerhet och algoritmer för bild- och ljudanalys (sk "artificiell intelligens"). På senare år har lagringskapacitet även blivit allt viktigare för applikationer (mjukvara och data).

Sammantaget används lagring i både relativa och absoluta termer allt mer för kompletterande hårdvaru- och mjukvarufunktioner.

7. Slutsats

Teknik- och marknadsutveckling har lett till att lagringsmedia har erfarit en utveckling i form av exponentiellt sjunkande priser och exponentiellt ökande lagringskapacitet. Lägre kostnad för lagring och större kretskortsdensitet har gått hand i hand med ökad användning av bildskärmar och mobilkameror med större upplösning. Resultatet har blivit större multimediafiler för samma företeelse och en exponentiellt ökande mängd egenproducerat material, såsom exempelvis privata digitalfotografier.

I takt med att svenska internetanvändare fått tillgång till att snabbare och bättre internetkommunikationer, både via fasta och mobila accesstekniker, så har multimediakonsumtionen via internet ökat. Betald och reklamfinansierad streaming av musik, film och tv har ökat kraftigt. Därmed har behovet och de ekonomiska drivkrafterna för användarna att ha lokala kopior av musik, film och annat upphovsrättsligt skyddat material minskat på anordningar såsom USB-minnen och externa hårddiskar.

Källförteckning

- Akamai (2017) "Q1 2017 State of the Internet / Connectivity Report", tillgänglig online på <https://content.akamai.com/uk-en-pg9141-q1-soti-connectivity.html>
- CIPA (2019) "Total Shipments of Digital Still Cameras (Classified by Type)". Camera & Imaging Products Association statistics.
- Cisco "Visual Networking Index (VNI)", årlig publikation.
- Coughlin, T (2008) "Digital Storage in Consumer Electronics - The Essential Guide", Elsevier Inc.
- Coughlin, T (2018) "Digital Storage in Consumer Electronics - The Essential Guide", Second Edition, Springer International Publishing.
- European Audiovisual Observatory (2018) "Industry Report: Europa Distribution discusses availability and visibility of European films on VoD platforms at San Sebastián" tillgänglig online <https://cineuropa.org/en/dossiernewsdetail/1369/349802/>
- Fabian, DD. (2014) "Video File Comparison", tillgänglig på <https://dumitrandragsfabian.files.wordpress.com/2014/05/video-file-comparison.pdf>
- Fontana, R., G. Decad och S. Hetzler (2013) "The Impact of Areal Density and Millions of Square Inches (MSI) of Produced Memory on Petabyte Shipments for TAPE, NAND Flash, and HDD Storage Class", IEEE 29th Symposium on Mass Storage Systems and Technologies (MSST), tillgänglig online på <https://storageconference.us/2013/Papers/2013.Paper.01.pdf>
- Forret, P (2019) "Megapixel calculator", free web tools, tillgänglig på <https://toolstud.io>
- Gartner (2018), "Q2 NAND Revenue Forecast", nedladdad från https://globalsmtseasia.com/technology_news/3d-nand-flash-wars-begin/
- Groshowski och Fontana (2012) "Future Technology Challenges For NAND Flash And HDD Products", presentation på Flash Memory Summit 2012, tillgänglig online på https://www.flashmemorysummit.com/English/Collaterals/Proceedings/2012/20120821_S102A_Groshowski.pdf
- Heyman, S (2015) "Photos, Photos Everywhere", 2015-07-19, tillgänglig online på <https://www.nytimes.com/2015/07/23/arts/international/photos-photos-everywhere.html>
- IFPI och GLF. "Ifpi Sverige årsstatistik" och "GLF försäljningsstatistik", årlig publicering. Statistik över musikkförsäljning i Sverige sammanställdes ursprungligen av Grammofonleverantörernas förening (GLF) men 2010 tog Ifpi Sverige över denna uppgift.
- IIS (Internetstiftelsen i Sverige) "Svenskarna och Internet", årlig publikation. Årgång 2016 tillgänglig online på https://internetstiftelsen.se/docs/Svenskarna_och_internet_2016.pdf
- Li, Hai. (2016). Storage Physics and Noise Mechanism in Heat-Assisted Magnetic Recording.
- McCallum, J (2019) "Excel spread sheet of memory data", nedladdad 2019-09-20 från <https://jcmmit.net/MemDiskPrice-xl95.xls>. Kompletterad med prisinformation för 3 olika USB-minnen 2019-09-17 på <https://www.newegg.com>
- Molla, R (2017) "How Apple's iPhone changed the world: 10 years in 10 charts", 2017-06-26, tillgänglig online på <https://www.vox.com/2017/6/26/15821652/iphone-apple-10-year-anniversary-launch-mobile-stats-smart-phone-steve-jobs>

Mylio (2017) "Here's How Many Digital Photos Will Be Taken in 2017", 2017-10-26, tillgänglig online på <https://focus.mylio.com/tech-today/heres-how-many-digital-photos-will-be-taken-in-2017-repost-oct>

Netflix "Number of streaming subscribers"

NPD DisplaySearch (2013) "Quarterly Advanced Global TV Shipment and Forecast Report"

PTS (2015) "PTS Bredbandskartläggning 2014", PTS-ER-2015:11, tillgänglig online på https://statistik.pts.se/media/1108/bredbandskartlaeggning_2014.pdf

PTS (2018) "PTS mobiltäcknings- och bredbandskartläggning 2017", PTS-ER-2018:7, tillgänglig online på <https://statistik.pts.se/media/1305/pts-mobiltaecknings-och-bredbandskartlaeggning-2017.pdf>

Saracco, R (2016), "the digital photography disruption", 2016-06-06, tillgänglig online på <https://www.eitdigital.eu/newsroom/blog/article/the-digital-photography-disruption>

Screensiz.es (2019) "Smartphones and tablets and monitors", data nedladdad 2019-20-27 från <http://screensiz.es/>

Skafisk, S (2017) "This is How Smartphone Cameras Have Improved Over Time", tillgänglig online <https://petapixel.com/2017/06/16/smartphone-cameras-improved-time>

Statista (2019) "Global smartphone sales to end users 2007-2020"

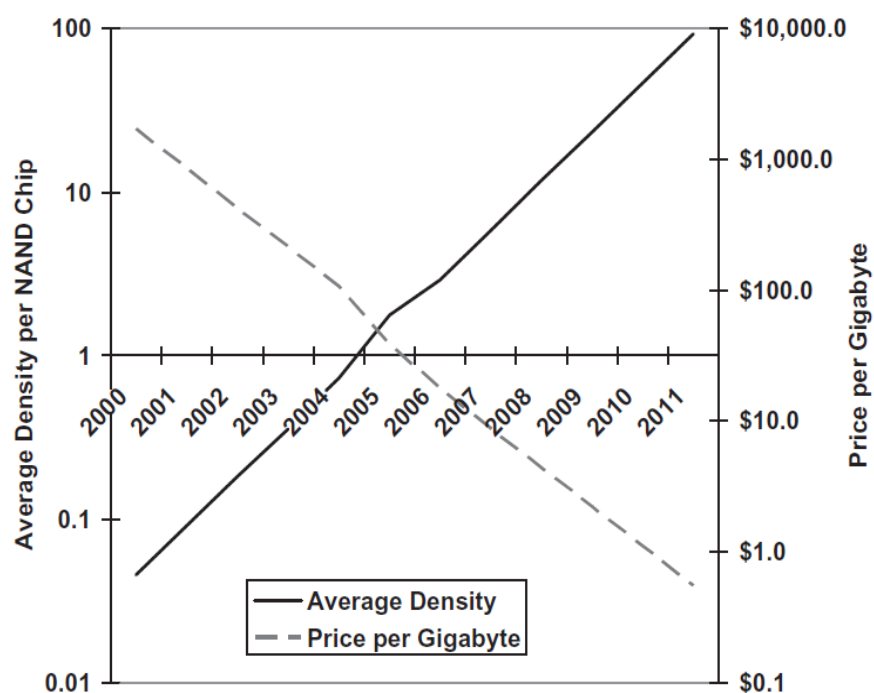
Statista (2019) "Unit shipments of 4K Ultra HD TVs worldwide 2013-2016"

Wikimedia (2012) "Digital video resolutions (VCD to 4K)"

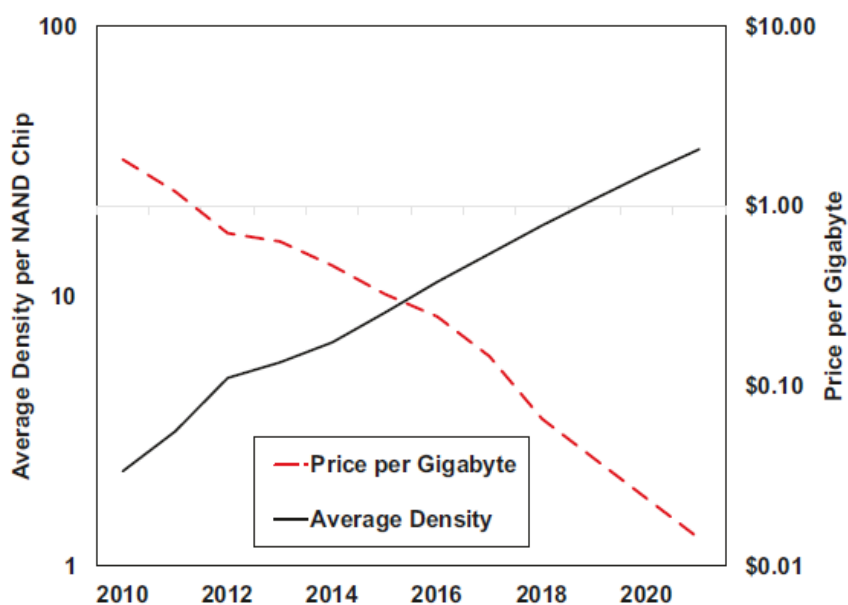
Z Systems (2016) "How big is a movie file?", tillgänglig online på <http://zsyst.com/2016/11/how-big-is-a-movie-file/>

Appendix 1. Minneskort pris och storlek

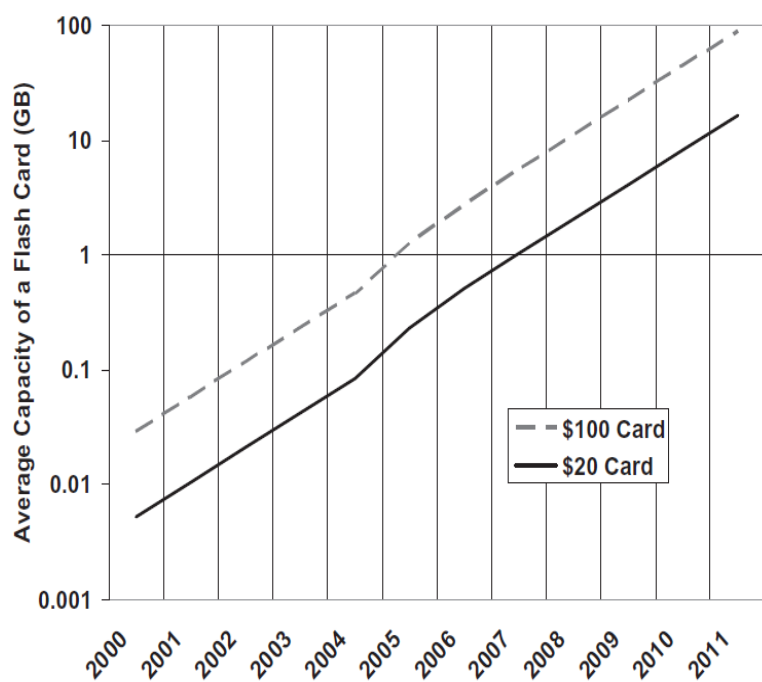
Figur 25 2008: Densitet och pris för NAND flashminne (T Coughlin, 2008)



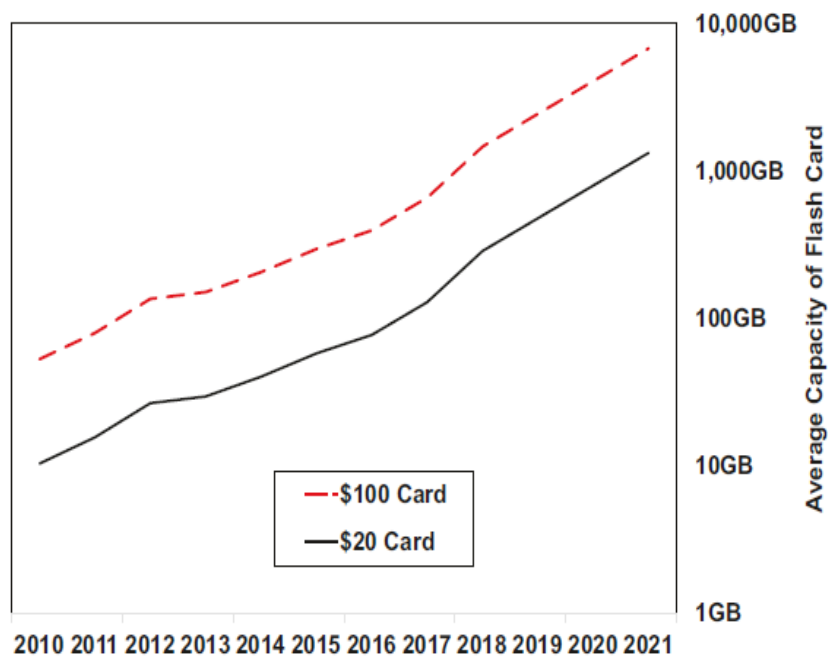
Figur 26 2018: Densitet och pris för NAND flashminne (T Coughlin, 2018)



Figur 27 2008: Kapacitet hos \$20 och \$100 flashminnen (T Coughlin, 2008)

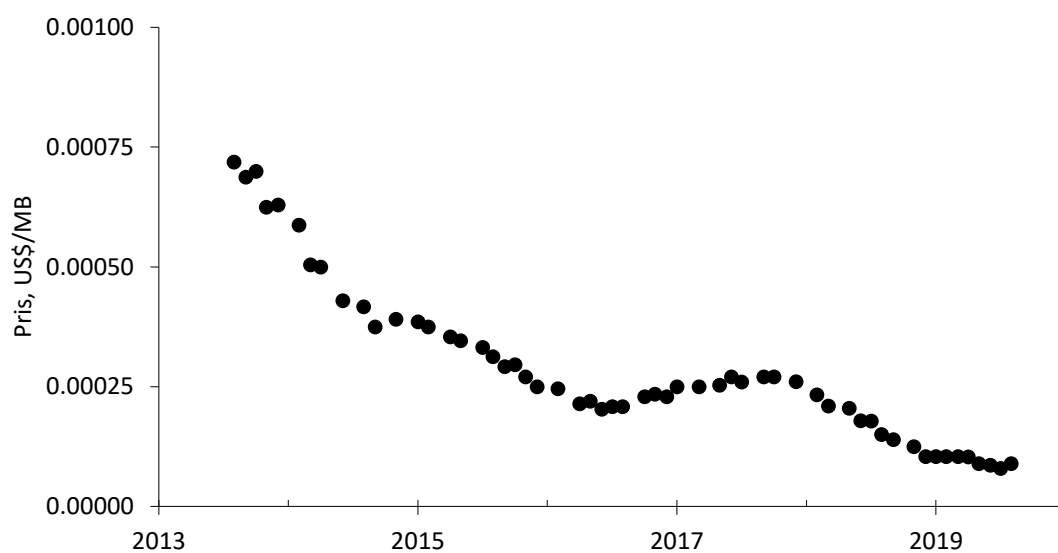


Figur 28 2018: Kapacitet hos \$20 och \$100 flashminnen (T Coughlin, 2018)



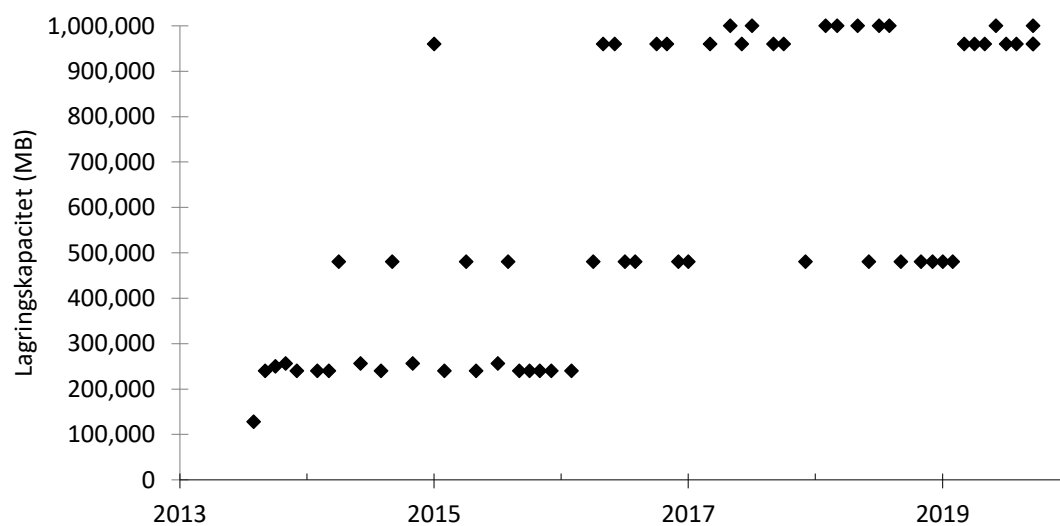
Appendix 2. SSD pris och kapacitet

Figur 29 Konsumentpris i USA per MB för Solid State Drives (USD/MB)



Källa: J McCallum, 2019

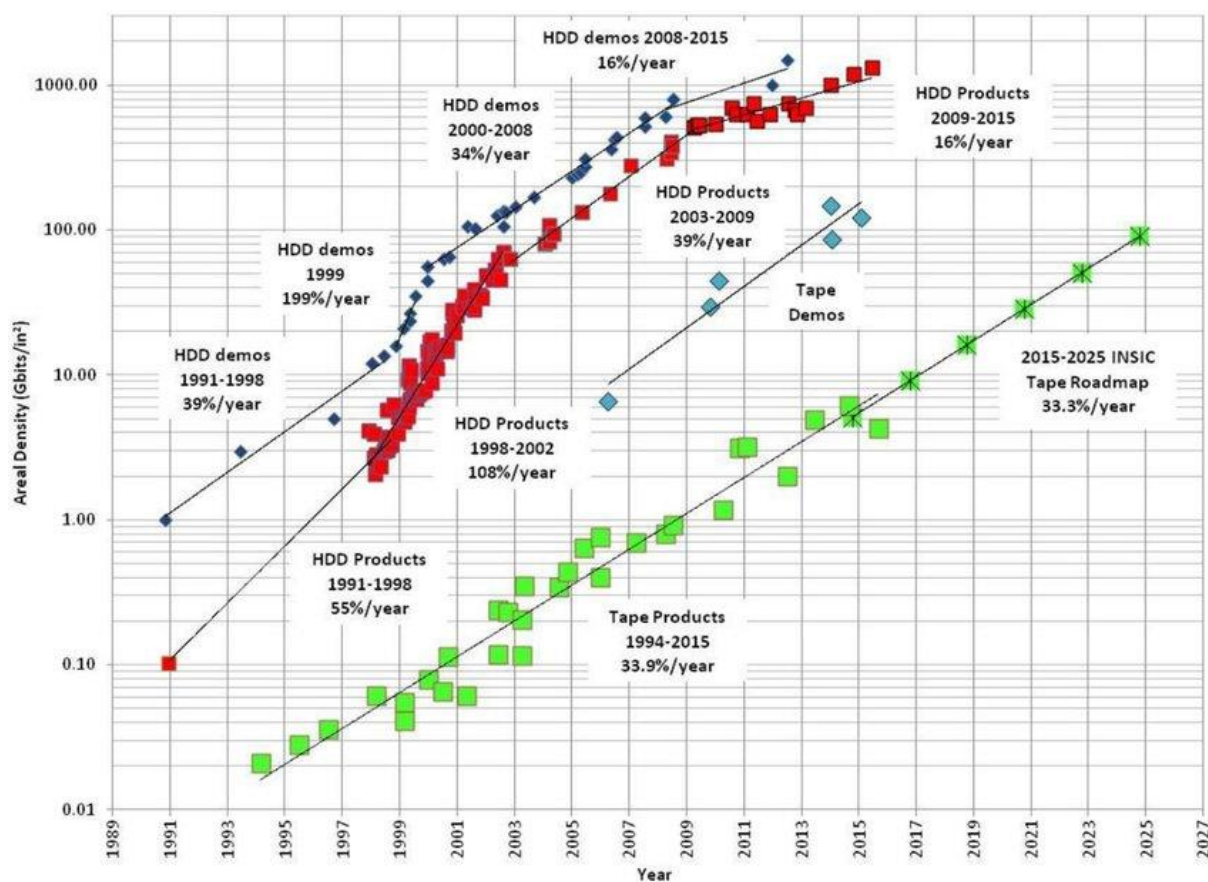
Figur 30 Kapacitet för typiska Solid States Drives



Källa: J McCallum, 2019

Appendix 3. Lagringskapacitet hos mekaniska SATA-hårddiskar

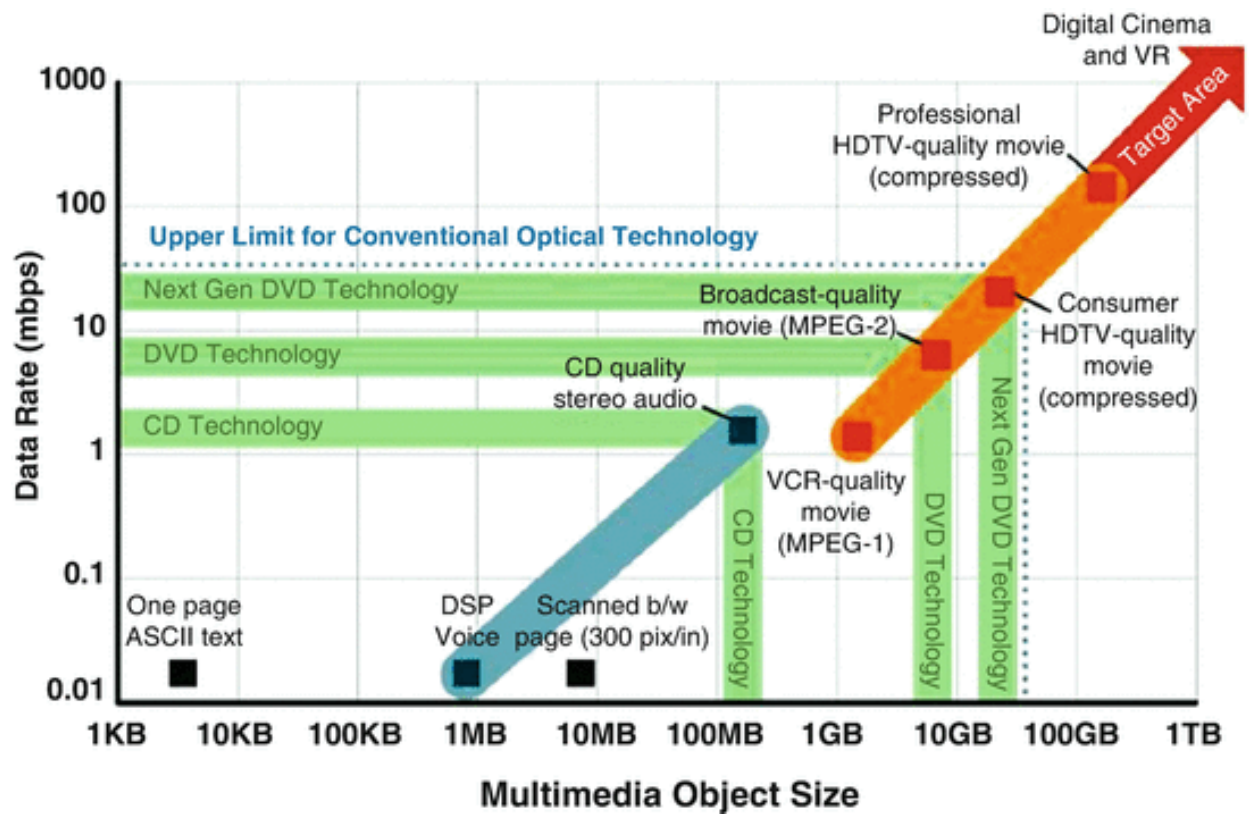
Figur 31 Lagringsdensitet på hårddiskar och bandstationer



Källa: Li, Hai. (2016).

Appendix 4. Formatutveckling

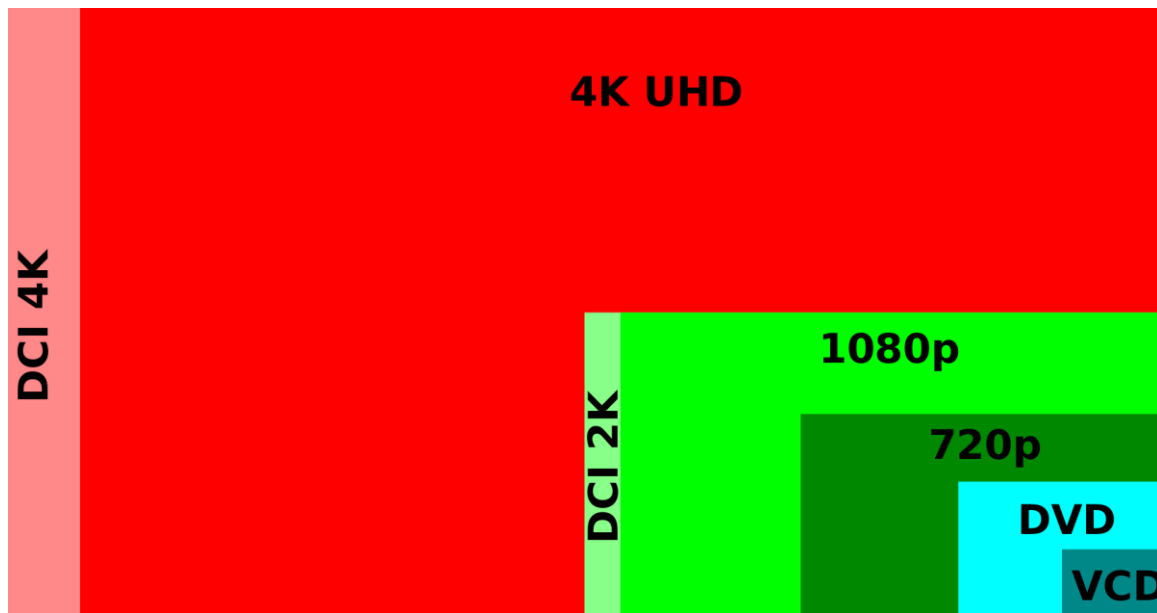
Figur 32 Objektstorlek och utveckling av multimediaformat



Källa: Coughlin (2018)

Appendix 5. Skärmstorlekar

Figur 33 Skärmstorlek från VDC till DCI 4K+



Källa: Wikimedia (2012)