

Fiber og 5G: Sammenligning af energieffektivitet og klimaaftryk

Et Rejoose + Eoptimo whitepaper
Februar 2022



Indholdsfortegnelse

Indholdsfortegnelse	2
Executive summary	3
Introduktion.....	4
Fiber:.....	4
5G:	4
Tekniske afgrænsninger	5
Installationerne - Hardware.....	6
'Fiberkabinet' installationen – hardware i selve kabinettet	6
'Fiberkabinet' installationen – hos virksomheder.....	7
Samlet forbrug på 'Fiberkabinet' installationen	7
Energieffektivitet - Fiberinstallation	8
'5G sendestation' installationen	9
Hardware stack – 2G til 5G.....	10
Hardware stack – kun 5G	11
Hardware stack – kun 2 til 4G.....	12
5G som alternativ til WiFi.....	13
Konklusion	14
Overvejelser	14
Referencer	15

Executive summary

OBS: Dette whitepaper er udarbejdet for at påvise forskellene i effektivitet imellem fiber og 5G forbindelser. Disse typer af adgang til internettet er skabt med to forskellige formål, og derfor kan de være svære at sammenligne – heri er det sket med udgangspunkt i betragtningen om, hvorledes en 5G forbindelse vil yde, hvis den skal 'erstatte' en 1Gbps fiberforbindelse.

Resultaterne af en sammenligning af energieffektivitet og klimaaftryk for henholdsvis fiber- og 5G-forbindelser kan opsummeres som følger:

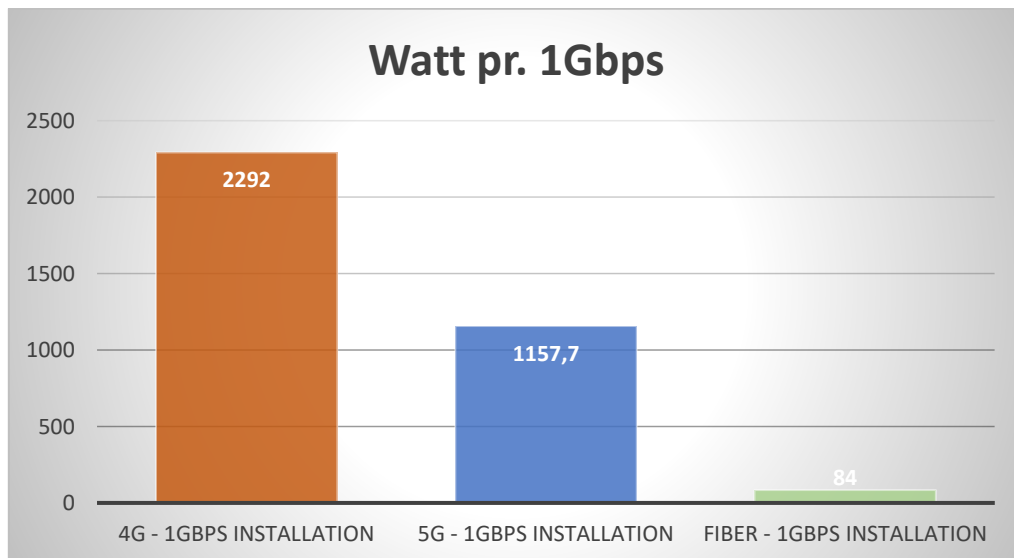
Fiber er mere effektivt end mobilt bredbånd og påvirker klimaet en del mindre. Fiber er mindst 13 gange mere effektivt end en tilsvarende 5G-forbindelse.

De to typer af adgang til internettet er skabt med hvert sit formål og har hver sine fordele og ulemper. Et valg af forbindelse skal derfor tage udgangspunkt i behovet.

Fiber sikrer den effektive og stabile højhastighedsforbindelse til virksomheden eller hjemmet. 5G sikrer den mobile, effektive og fleksible forbindelse på farten.

Hvis behovet er en forbindelse, som ikke skal tages med på farten, er en fiberforbindelse det mest miljøkorrekte og mest energieffektive valg i 2022 – og der er ingen udsigt til, at dette vil ændre sig inden for de kommende 3-5 år.

5G har sin fulde berettigelse og er dobbelt så energieffektivt som 4G. Fiber er tilsvarende 27 gange mere effektivt end 4G.



Introduktion

Med øget digitalisering og en støt stigende datatrafik er det afgørende at belyse energiforbrug og klimaomkostninger ved digital infrastruktur.

Dette whitepaper har til formål at sammenligne ydelse, effektivitet og klimabetragtninger i valget mellem en 5G-forbindelse og en fiberforbindelse på 1Gbps, også sammenlignet med en 4G-forbindelse.

Sammenligningen mellem de to teknologier kan bidrage til, at virksomheder og organisationer kan træffe beslutninger om den optimale forbindelse på et oplyst grundlag – særligt når det gælder forbindelser, som bruges intensivt i mange timer af døgnet.

Fiber og 5G leverer optimalt til hvert deres formål, men med et overlap. Overlappet er, at begge løsninger leverer en forbindelse til internettet / data. Det mest effektive og klimamæssigt optimale er at udnytte hver teknologi til det, de er skabt til.

Fiber:

- Fiber er fortsat langt den mest effektive måde at levere faste forbindelser med høj båndbredde*. Fiber er på nuværende tidspunkt 13 gange mere effektivt end en tilsvarende 5G-forbindelse.
- Fiber kan skalere til langt højere hastigheder.
- Fiber vil selv ved mindre installationer (fra 100Mbs) være mest energieffektiv pr. GB transmitteret data.

5G:

- En 5G-forbindelse leverer en "mobil og fleksibel" forbindelse, med en øget båndbredde ift. 4G.
- I de indledende antagelser om 5G-netværkets effektivitet har man ikke indregnet den nødvendige underliggende serverkraft*.
- 5G er blevet meget mere effektivt pr. GB data ift. 4G. Men det samlede strømforbrug er også øget.
- I det hverken 3G eller 4G har kunne erstatte fiberforbindelser, vil det samme formentlig ske med 5G. De to løsninger vil fortsat supplere hinanden.

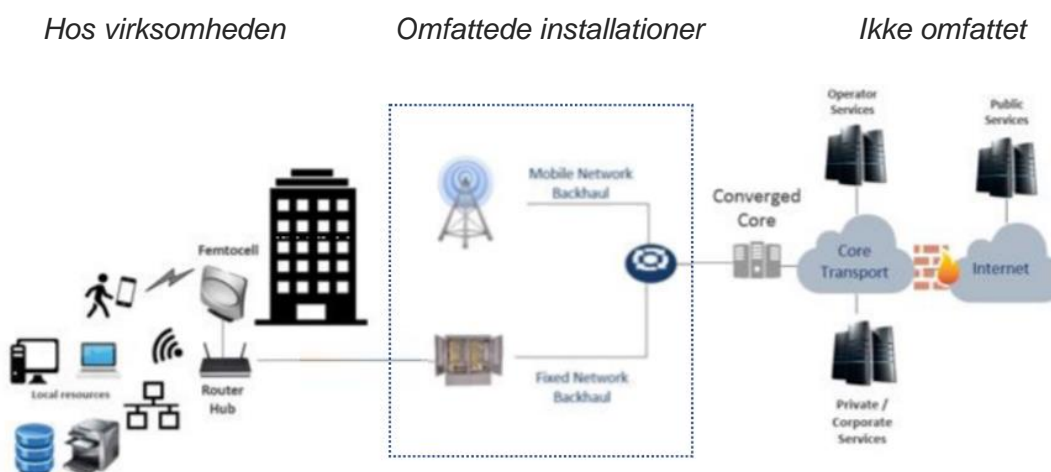
Tekniske afgrænsninger

Opgaven er afgrænset til alene at omfatte de to dele af installationerne, som er forskellige fra hinanden, samt det udstyr der skal til hos virksomheden for at sikre forbindelse til resten af netværket.

Disse to installationer udgør:

- et 'Fiberkabinet' inkl. alt udstyr i denne hvorfra der er forbindelser ud til virksomhederne i området, samt tilhørende forbindelsesudstyr hos kunden.
- en '5G sendestation' som omfatter alt udstyr, der er i denne station.

I feltet med de stiplede linjer i Figur 1 nedenfor kan de to løsninger ses over hinanden – der skal en fiberforbindelse til hver '5G sendestation' samt en tilsvarende fiber til et 'Fiberkabinet' – derfor er alt, hvad der er før disse to installationer, identisk og har dermed ikke relevans for denne sammenligning.



Figur 1. Mobile or Fiber backhaul

Udover afgrænsningen på selve strækningen / delen af den vurderede installation, er der ligeledes foretaget to yderligere relevante afgrænsninger af omfanget for opgaven:

1. Der er for begge installationer en maksimal samlet båndbredde på 10Gbps.
 - a. Dette svarer til 5G sendeenhedens nuværende maksimale kapacitet.
 - b. For 4G er maksimal kapacitet defineret til 3Gbps.
2. Forbindelsen fra installationerne til virksomheden er 1Gbps.
 - a. Svarende til en typisk professionel erhvervsforbindelse.

Den maksimale kapacitet for de switche, der sidder i et 'Fiberkabinet' er langt højere end 10Gbps, så denne begrænsning er fastlagt, fordi der er begrænsninger på 5G og på den båndbredde, der er på selve fiberforbindelsen til installationerne. På den anden side er en 1Gbps connect formentlig også 'max' for en 5G forbindelse jf. 3 mobil test rapport¹.

¹ Reference 10 – se bilag – 3 mobil test report

Installationerne - Hardware

I følgende afsnit er der defineret de to installationers hardwaremæssige bestyknig, så der skabes to så sammenlignelige løsninger som muligt, med det formål at kunne sammenligne energiforbrug og energieffektivitet.

'Fiberkabinet' installationen – hardware i selve kabinettet

- Cisco Network Convergence System 5500 Series switch (*Figur 2*)
 - Der er taget udgangspunkt i den mindste og dermed mest ineffektive løsning med kun 10stk porte = tilslutning af 10 virksomheder.
 - Denne løsning kan reelt set skalere helt op til 400 porte og vil med hver tilslutning blive mere og mere effektiv pr. port (virksomhed)
 - Cisco NCS 5550 Løsningen er i denne vurdering bestykket således:

Cisco Network Convergence System 5500 Series

Config	watt	stk	total	
Fan tray (3 maximum)				
● NCS 5508 Fan Tray	75	2	150	watt
Switch Fabric card (6 maximum)				
● NCS 5508 Fabric Card	240	1	240	watt
Route Processor (2 maximum)				
● NCS 5500 Route Processor	35	2	70	watt
System controller (2 maximum)				
● NCS 5500 System Controller	15	2	30	watt
			490	watt

- Strømforbruget er oplyst af Cisco via deres datablad på enheden².



Figur 2. Cisco NCS 5500 system

² Reference 8 – se bilag – Cisco datablad

'Fiberkabinet' installationen – hos virksomheden

- Versa CSG 750 Branch Appliance
- - Denne enhed skaber en sikker stabil forbindelse mellem 'Fiberkabinet' og virksomhedens eget netværk.

Typical power consumption with PoE disabled	35 Watts
---	----------

- Strømforbruget er oplyst af Versa via deres manual på enheden³.

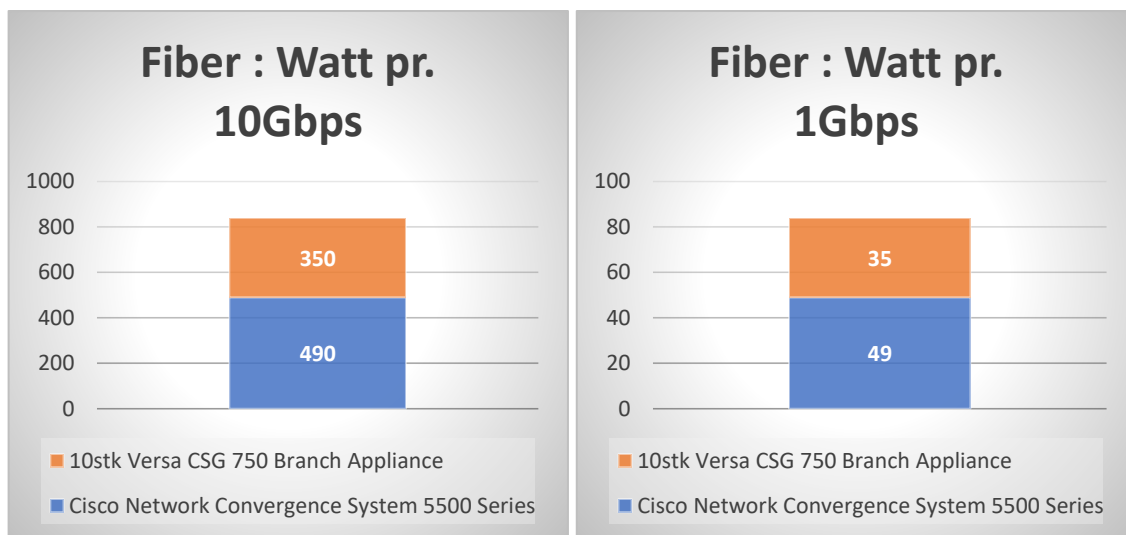


Figur 3. Versa CSG 750 Branch Appliance

Samlet forbrug på 'Fiberkabinet' installationen

Det samlede forbrug for både Cisco enheden og 10stk Versa enhederne er på 840 watt ved en samlet kapacitet på 10Gbps.

Svarende til 84 watt pr. 1Gbps.

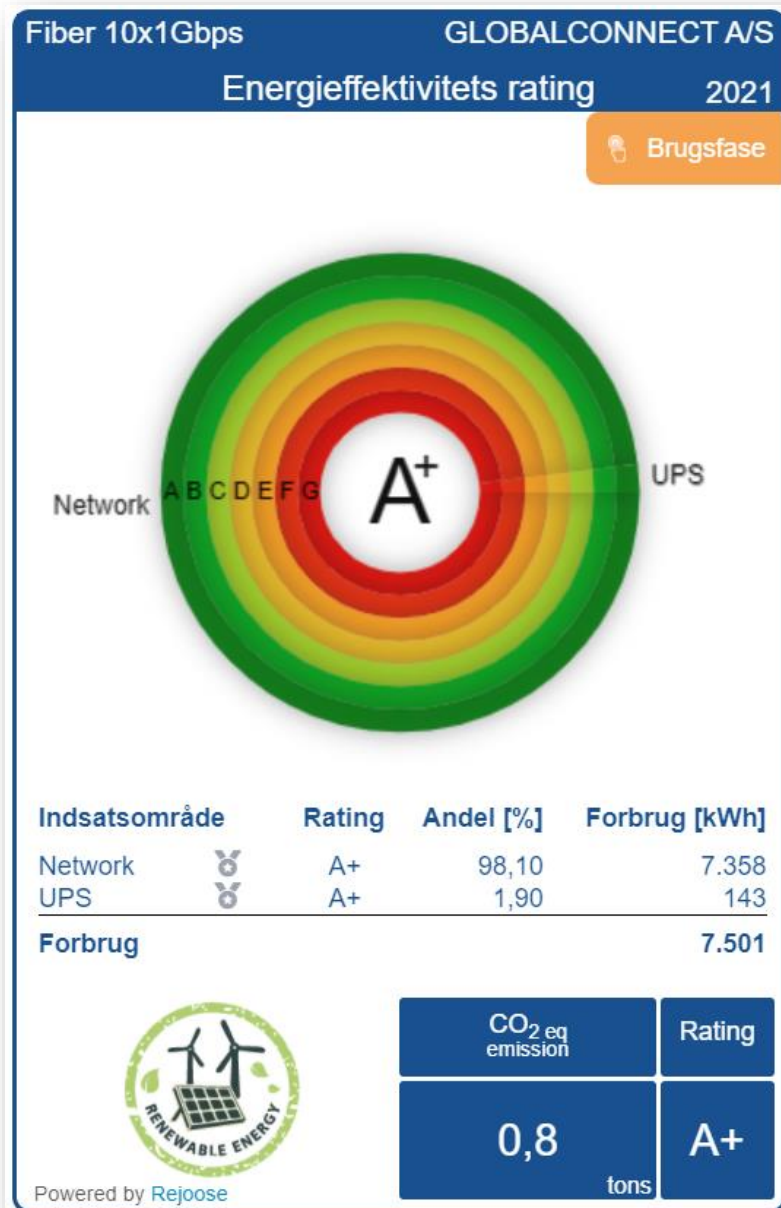


³ Reference 9 – se bilag – Versa manual

Energieffektivitet - Fiberinstallation

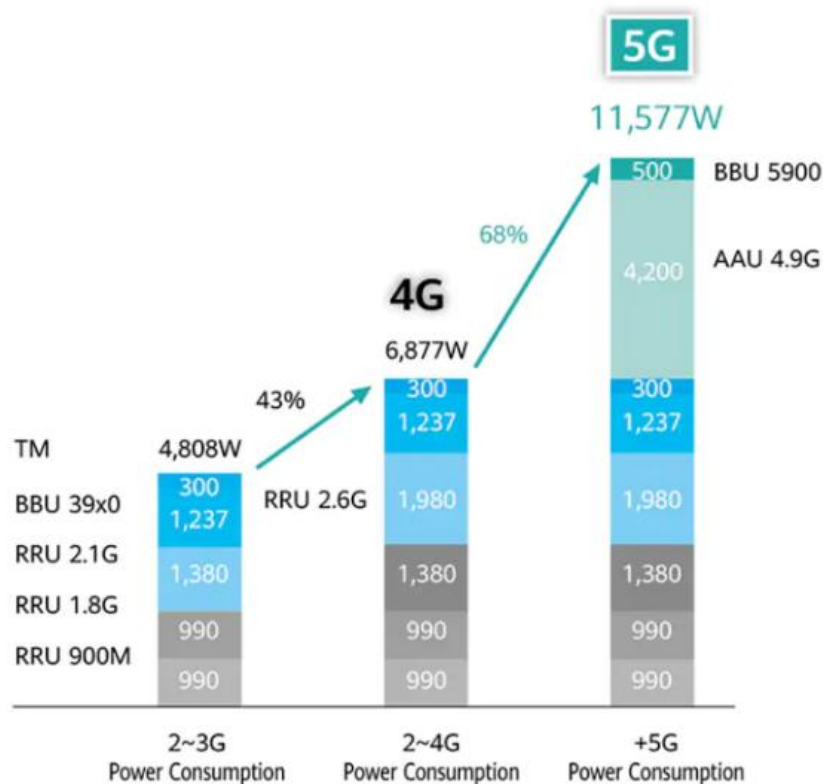
I rapporten: Energieffektivitet - Globalconnect Fiberforbindelse 10x1Gbps - 07.01.2022.pdf er energieffektiviteten af den omtalte fiberinstallation kortlagt, og der er foretaget en energirating på A til G skalaen.

Den samlede energirating er A+ for løsningen – som omfatter en hardware installation som beskrevet tidligere og i alt 10stk 1Gbps kundeinstallationer.



'5G sendestation' installationen

- Det benyttede grundlag for 4G og 5G sendestation installationen er oplyst af Huawei via deres publikation⁴ - i denne finder man betragtninger, som er vigtige for anskuelsen af både en 4G og 5G installation samt det forbrug, der tilhører denne.
 - Som for fiberinstallationen er alle tilhørende enheder medtaget i vurderingen af forbrug, herunder servere m.m. som er nødvendige for, at et 4G og et 5G netværk vil fungere.
 - Herudover er det ligeledes et faktum, at 5G bygges ovenpå allerede eksisterende sendestationer med 3 og 4G udstyr – og dermed bør man se den samlede teknologi stack for det forbrug, der er for sendestationen som helhed, som tilsammen skal deles om den båndbredde der kommer via fiberen.
- Der er i Huawei-publikationen angivet en 10Gbps båndbredde, såvel som der i rapporten fra 3 (se referencer) er angivet en 10Gbps fiberforbindelse til sendestationerne. Dog er der for 4G defineret en maksimal båndbredde på 3Gbps, jf. 4G LTE Sizing rapport fra ITU⁵.



Typical maximum power consumption of a single 5G base station

Figur 4. Hardware stack – 4G + 5G sendestation – Watt forbrug

⁴ Reference 2 – se bilag – Huawei, Chen Dong Xu, “5G Power”

⁵ Reference 11 – se bilag – ITU - LTE Planning and dimensioning

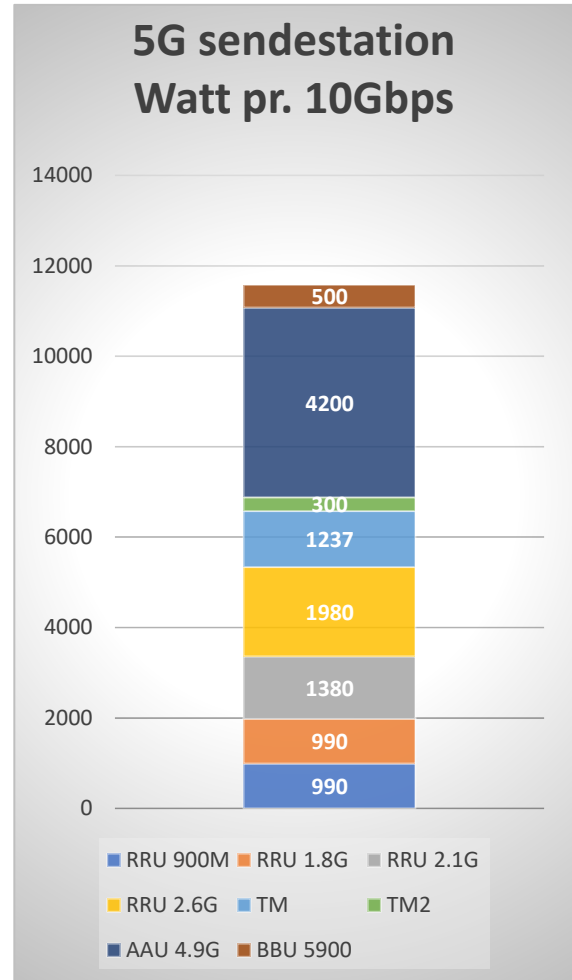
Hardware stack – 2G til 5G

Opgaven for 5G sendestationen er opdelt, så både forbruget for den fulde stack af hardware fra 2 til og med 5G er opgjort, samt i efterfølgende afsnit, hvor det alene er for den nyeste 5G del.

Dette scenarie, som er opgjort til højre herfor, illustrerer at 5G installeres i en sendestation med allerede opsat udstyr – det er anslået, at der vil gå lang tid, før man nedtager 2 og 3G udstyret.

Det samlede forbrug for hele 'stacken' er på 11.570 watt ved 10Gbps.

Svarende til 1.157 watt pr. 1Gbps.



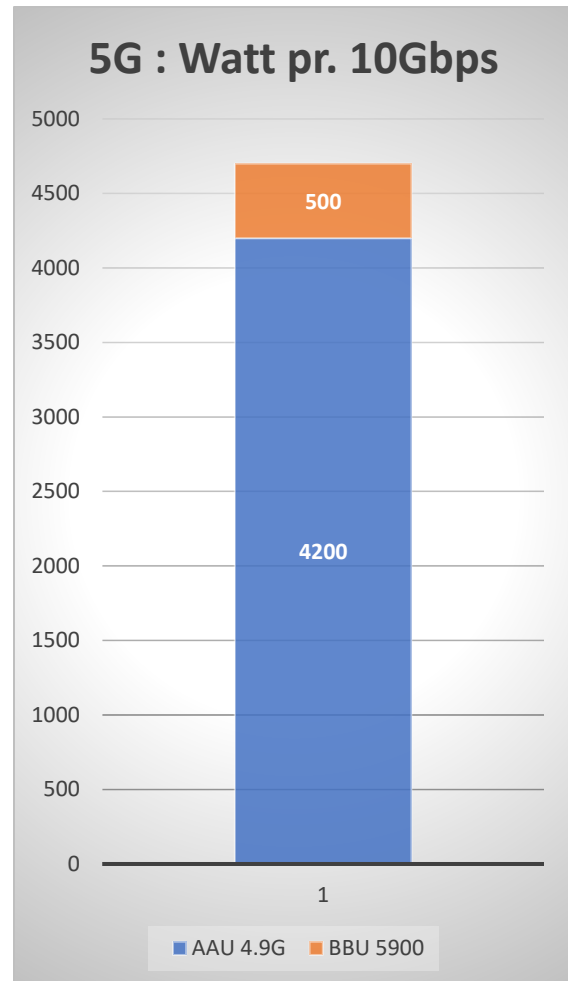
Hardware stack – kun 5G

Med udgangspunkt i en vurdering af effektforbrug alene for 5G installationen, ser billedet således ud.

Det er kun de nye dele og deres tilhørende energiforbrug til en installation, som kan håndtere den angivne båndbredde.

Det samlede forbrug for hele 'stacken' er på 4.700 watt ved 10Gbps.

Svarende til 470 watt pr. 1Gbps.



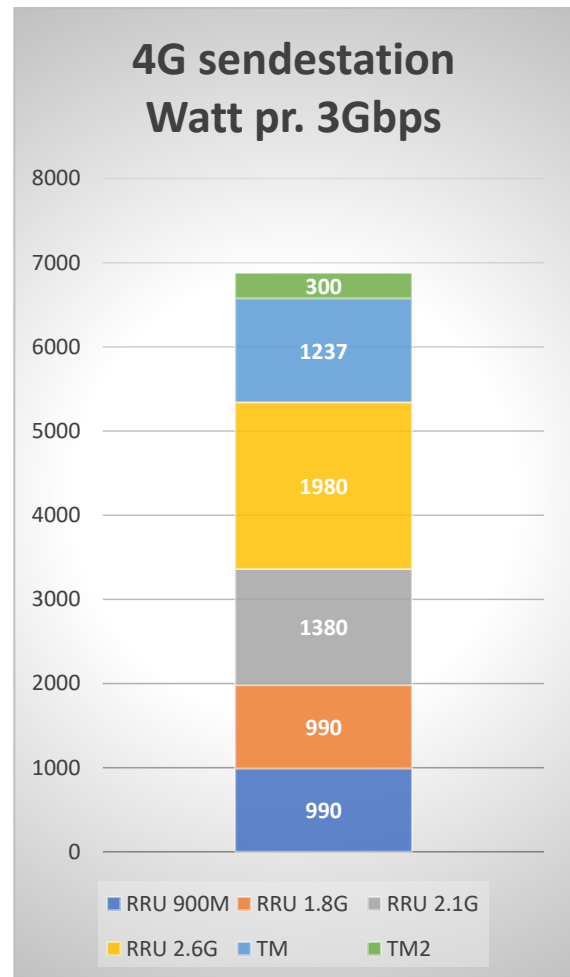
Hardware stack – kun 2 til 4G

Gældende for 4G sendestationen er opdelt, så både forbruget for den fulde stack af hardware fra 2G til og med 4G er opgjort.

Dette scenarie, som er opgjort til højre herfor, illustrerer at 4G installeres i en sendestation med allerede opsat udstyr – det er anslået, at der vil gå lang tid, før man nedtager 2G og 3G udstyret.

Det samlede forbrug for hele 'stacken' er på 6.877 watt ved 3Gbps.

Svarende til 2.292 watt pr. 1Gbps.

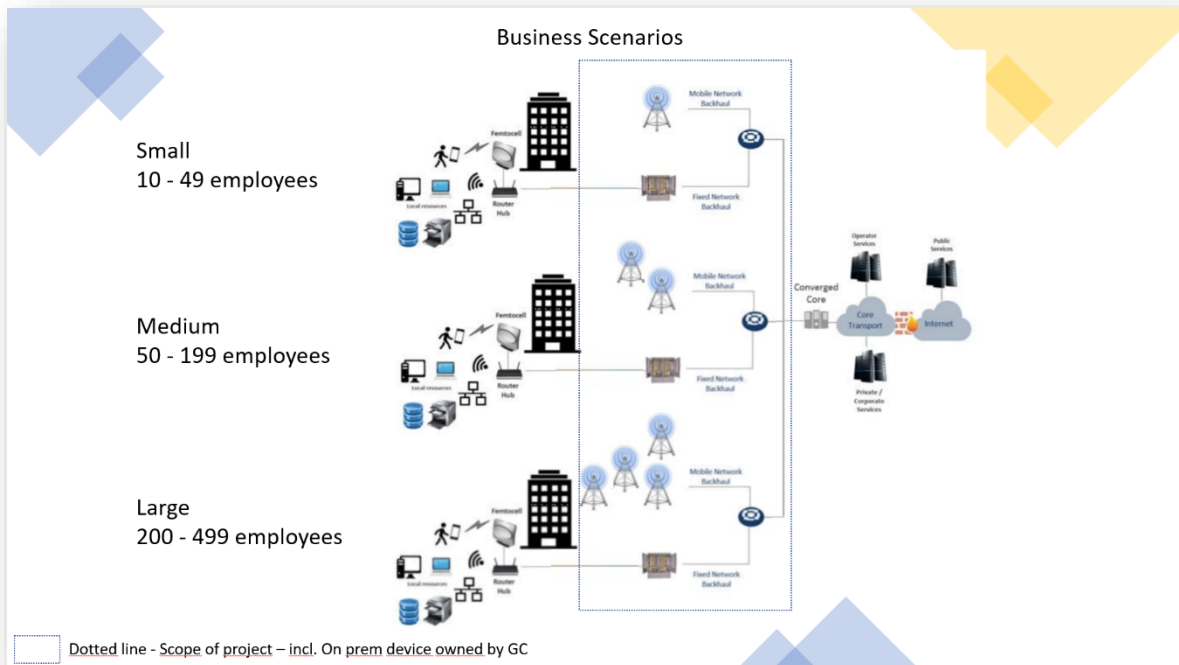


5G som alternativ til WiFi

Såfremt man går med tanker om at benytte 5G som alternativ til Wifi, så er resultat meget sammenligneligt med sammenligningen med fiber. 1stk Wifi Access point (AP) kan i dag håndtere mange enheder og bruger typisk kun 12 -15watt.

Er man en større virksomhed, skal man selvfølgelig have en del AP's, men der skal ligeledes flere 5G sendestationer til at dække virksomheden, hvis det er over et større areal. Samtidig er der jo en begrænset båndbredde på en 5G sendestation, og denne skal benyttes til de enheder, som er mobile – eksternt fra virksomheden, så udnytter man teknologien bedst muligt.

Man bør derfor forholde sig til disse forhold, både i dette scenarie og i andre.



Konklusion

Der er stor forskel i energiforbrug og effektivitet ved henholdsvis 4G, 5G- og fiberforbindelser. Med en støt stigende datatrafik er det vigtigt at forholde sig aktivt til de behov, løsningen skal dække, for at kunne træffe det bedste valg både teknisk og klimamæssigt.

Forbrugstal:

➤	Fiberforbindelse, 1Gbps	84 watt
➤	5G forbindelse, 1Gbps	1.157 watt
➤	4G forbindelse, 1Gbps	2.292 watt

Når behovet er en stationær forbindelse, er fiber det mest klimakorrekte og mest energi-effektive valg i 2022. En fiberforbindelse er 13 gange mere energieffektiv end 5G og har dermed et markant lavere klimaaftryk.

Hvis en virksomhed vælger at benytte 4G eller 5G til at dække behovet for en stationær forbindelse, betyder det også, at man optager båndbredde fra det egentlige formål, nemlig at levere mobile forbindelser. Udover at sætte et unødvendigt højt klimaaftryk virker det også uhensigtsmæssigt.

Det konkluderes ikke, at en fiberforbindelse er bedre end en 5G-forbindelse generelt set. Virksomheder skal forholde sig til fordele og ulemper og vælge den optimale løsning ift. behovet, både teknisk, økonomisk og klimamæssigt. Mange virksomheder vil have fordel af at vælge de to løsninger i kombination, så de supplerer hinanden optimalt – hvilket de også er tiltænkt.

Overvejelser

Hvad nu hvis man overvejede, om en udbredelse af 5G kunne erstatte fiberforbindelser? Dette har vi også undersøgt, og her er tre primære forhold, som måske også kan afgøre din holdning:

1. Udbredelsen af 5G kræver mere fiber end nogensinde før, da alle sendemaster skal have en fiber.
 - a. Det betyder, at fiberforbindelserne alligevel er der allerede eller vil være i området.
2. Energiforbruget pr. 1Gbps er langt højere på 5G end på fiber.
 - a. Og dermed er den tilsvarende klimapåvirkning også langt højere.
3. Ingen af de tidligere mobile bredbåndsløsninger har kunnet erstatte fiber, trods mange spåede, det ville ske.
 - a. Vi kan ikke spå om fremtiden, vi må afvente og se.

Referencer

1. NCBI
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5528873/>
2. Huawei
<https://www.huawei.com/en/technology-insights/publications/huawei-tech/89/5g-power-green-grid-slashes-costs-emissions-energy-use>
3. Digital Strategy
<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/fibre-most-energy-efficient-broadband-technology>
4. 5G Radar
<https://www.5gradar.com/features/5g-internet-is-5g-broadband-a-viable-alternative-to-fibre-for-business>
5. 5G.CO.UK
<https://5g.co.uk/guides/5g-vs-fibre-broadband/>
6. Ciena
https://www.ciena.com/insights/articles/5G-wireless-needs-fiber-and-lots-of-it_prx.html
7. Highspeedinternet.com
<https://www.highspeedinternet.com/resources/4g-vs-5g>
8. Cisco datablad
<https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/routers/network-convergence-system-5500-series/datasheet-c78-736270.html>
9. Versa CSG manual
<https://fccid.io/2ARF9CSG-BT/User-Manual/Users-Manual-rev2-pdf-4471254.pdf>
10. 3 mobil – test report
https://www.ofca.gov.hk/filemanager/ofca/en/content_669/tr202005_03.pdf
11. ITU - LTE Planning and dimensioning
<https://www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/AsiaPacific/SiteAssets/Pages/Events/2019/ITUPITA2018/ITU-ASP-CoE-Training-on-LTE%20planning%20and%20dimensioning.pdf>

Rejooose

5G eller Fiber
January 2022
Author: Thomas Mardahl
Contributing Authors: Kasper Ølholm

Rejooose ApS

Finsenvvej 78
2000 Frederiksberg
Denmark

Worldwide Inquiries:
Phone: +45 71 74 70 30

Copyright © 2022, Rejooose + Eoptimo and/or its affiliates. All rights reserved.

This document is provided for information purposes only and the contents hereof are subject to change without notice. This document is not warranted to be error-free, nor subject to any other warranties or conditions, whether expressed orally or implied in law, including implied warranties and conditions of merchantability or fitness for a particular purpose. We specifically disclaim any liability with respect to this document and no contractual obligations are formed either directly or indirectly by this document. This document may not be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, for any purpose, without our prior written permission.



rejooose.com

