



Svært høy radiofrekvent stråling i passasjerkabinen målt i et fly med høyhastighets Wi-Fi

Mona Nilsson ^{1*} og Lennart Hardell ²

Sammendrag

Eksposering for radiofrekvent stråling (RF) har blitt allestedsnærværende i løpet av de siste årene, spesielt siden introduksjonen av femte, 5G, generasjons kommunikasjon. Dette har forårsaket økende miljøeksponering i for eksempel ulike typer transport som tog, busser, t-bane og fly. Dette er bekymringsfullt siden eksponeringsgrensene i de fleste land kun er basert på biologiske virkninger fra RF-stråling forårsaket av oppvarming, til tross for omfattende bevis på helsevirkninger som ikke er forårsaket av oppvarming (ikke-termisk). Så vidt vi vet fins det ingen resultater for RF-stråling i flykabiner, heller ikke siden høyhastighets Wi-Fi ble introdusert om bord. Målinger ble gjort i juni 2026 om bord på et fly med det nye høyhastighets Wi-Fi og en annen flytur med tidligere standard Wi-Fi. Eksposimeteret Safe and Sound Pro II ble brukt og hver måling ble gjort over minst 2 minutter. Med høyhastighets Wi-Fi varierte strålingsnivået mellom 299 000 til 651 000 (n=6) $\mu\text{W}/\text{m}^2$, sammenlignet med 8 310 til 69 100 (n=10) $\mu\text{W}/\text{m}^2$ med standard Wi-Fi. Disse nivåene er innenfor grensene foreslått av ICNIRP og FCC, men kun basert på varmeeffekter. Derimot er de målte nivåene mye høyere enn retningslinjer fra 2016 for Wi-Fi 2,4/5,6 GHz for eksponering på dagtid 10 $\mu\text{W}/\text{m}^2$, natt 1 $\mu\text{W}/\text{m}^2$, og for sensitive personer 0,1 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ foreslått av EMF-arbeidsgruppen til European Academy for Environmental Medicine (EUROPAEM). Innføringen av høyhastighets Wi-Fi om bord på fly kan være en helsefare både for passasjerene og personalet. En risikoevaluering bør gjøres av forskere uten interessekonflikter før denne teknologien innføres videre.

Stikkord: Radiofrekvent stråling; Mikrobølger; Stråling; Wi-Fi; Fly.

Introduksjon

Trådløse kommunikasjonsteknologier sender ut pulsmodulert mikrobølget, eller radiofrekvent, stråling (RF). Mikrobølger er frekvenser mellom 300 MHz og 300 GHz og det er innenfor dette frekvensbåndet de fleste mobil-kommunikasjonsteknologier opererer. Wi-Fi opererer på 2,4, 5, 6 og 7 GHz [1]. Denne typen teknologi innebærer også eksponering for lavfrekvente signaler. En Wi-Fi-ruters bærefrekvens har blitt påvist å inneholde pulser på rundt 10 Hz (5–20 Hz) [2]. Pulsmodulert mikrobølget RF-stråling har vært forbundet med ulike helsemessige og biologiske negative påvirkninger, først og fremst på nervesystemet, men også DNA-skader, oksidativt stress og negative virkninger på reproduksjonssystemet [3]. En gruppe symptomer, så som søvnproblemer, tretthet, hodepine, ørhet, svimmelhet, hukommelses- og konsentrasjonsproblemer, hjertearytmi og trykk for brystet har vist seg å forekomme oftere blant mennesker som bor i nærheten av mobiltelefonmaster og/eller basestasjoner [4, 5]. Sammen har disse symptomene blitt kalt mikrobølgesyndromet, radiobølgesyke eller -plager [6, 7].

I 2011 klassifiserte International Agency for Research on Cancer (IARC) RF-stråling som gruppe 2B, muligens kreftfremkallende for mennesker, hovedsakelig basert på studier

Tilknytning :

1 Swedish Radiation Protection Foundation, Adelsø, Sverige.

2 The Environment and Cancer Research Foundation, Örebro, Sverige

* For kontakt:

Mona Nilsson, BSc, Strålskyddstiftelsen, Adelsø, Sverige

Sitat: Mona Nilsson, Lennart Hardell. Very High Radiofrequency Radiation in the Passenger Cabin Measured in an Airplane with High-Speed Wi-Fi. Fortune Journal of Health Sciences. 9 (2026):340-343.

Mottatt: 24. juni 2026

Akseptert: 29. juni , 2026

Publisert: Juli 22 , 2026

(oversettelse til norsk: Einar Flydal, 24.07.2026)

som viser økt risiko for hjernesvulster fra eksponering for RF-stråling fra mobiltelefonbruk [8]. Flere store dyrestudier har siden den gang rapportert økte forekomster av kreft fra langtidseksponering [9]. Et økende antall studier har vist mekanistiske virkninger i form av DNA-skade og oksidativt stress [10, 11]. Det er også økende bekymring knyttet til eksponering for det ufødte barn under graviditet. Flere dyrestudier på eksponering av foster har rapportert negative virkninger på atferd og på hjernen [12].

Studier på dyr og mennesker har vist at mikrobølget RF-stråling og lavfrekvente felt kan føre til virkninger som er blitt forbundet med degenerative sykdommer [13, 14].

Siden begynnelsen av dette årtusenet har befolkningens eksponering for mikrobølget RF-stråling økt betydelig gjennom den økende bruken av trådløse teknologier som sender ut mikrobølget RF-stråling, blant annet mobiltelefoner, trådløse datamaskiner, Wi-Fi-rutere og utbygging av 3G, 4G og 5G mobiltelefonmaster og basestasjoner. Wi-Fi-teknologi har også blitt installert i forskjellige typer transport som tog, busser, t-baner og fly. Vår gruppe har funnet økende nivåer på ulike offentlige steder, så vel som i folks hjem, i løpet av det siste tiåret. Dette er i stor grad drevet av utrulling av 5G fra og med 2020 [4, 15, 16]. Eksponering for mikrobølget RF-stråling i ulike miljøer er målt og rapportert i flere studier i løpet av det siste tiåret [17].

Gjennomgang av tidligere målestudier har rapportert at høye eksponeringsnivåer kan forekomme i offentlig transport [18, 19].

Bakgrunn

I mars 2026 kunngjorde flyselskapet SAS innføring av høyhastighets Wi-Fi om bord på flyene i løpet av 2026 [20]. Det vil tilby hastighet på opptil 500+ MB/s og er først installert på Airbus A320-flyene. Så vidt vi vet, har ingen studie så langt målt RF-stråling om bord på fly med høyhastighets Wi-Fi.

Målet for denne studien

Målet for denne studien var å måle RF-stråling om bord på to av SAS-flyene, ett med det nye høyhastighets Wi-Fi og ett med allerede eksisterende standard Wi-Fi.

Metoder

RF-stråling ble målt under to flyvninger med SAS i juni 2026. Den ene flyturen hadde innført det nye høyhastighets Wi-Fi og den andre flyvningen var utstyrt med den forrige standardens Wi-Fi. Begge flyvningene varte i 1 time og 20 minutter. På flyvningene ble måleutstyret Safe and Sound Pro II plassert i

lignende posisjon inne i flyet (henholdsvis sete 3E og 4D). Begge flyvningene var fulle av passasjerer. De fleste av dem brukte trådløse enheter under flyturen. Hver måling varte minst 2 minutter. Dette ble gjort seks ganger på høyhastighets Wi-Fi-flyvningen og 10 ganger på standard Wi-Fi-flyvningen. Maks toppverdier ble registrert. Personen som utførte målingene brukte ikke noen som helst form for trådløs enhet under de to flyvningene.

Resultater

Tabell 1 viser de målte maksimale toppnivåene for de to flyvningene. RF-strålingsnivåene var markant høyere på høyhastighets Wi-Fi-flyvningen enn på standard Wi-Fi-flyvningen. Maksimale toppnivåer varierte mellom 299 000 og 651 000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ på flyet med høyhastighets Wi-Fi og mellom 8 310 og 69 100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ på flyturen med standard Wi-Fi.

Tabell 1: Maks topp RF-strålingsnivåer i $\mu\text{W}/\text{m}^2$ hver målt i løpet av minst to minutter, på SAS-flyvninger med høyhastighets Wi-Fi sammenlignet med standard Wi-Fi.

Måling nr	Høy hastighets Wi-Fi	Standard Wi-Fi
1	409 000	13 700
2	400 000	69 100
3	370 000	19 200
4	651 000	56 300
5	400 000	8.310
6	299 000	14.300
7	-	32 900
8	-	23.500
9	-	47 700
10	-	12.300

Diskusjon

I løpet av de siste to tiårene har befolkningens eksponering for mikrobølget RF-stråling økt, noe som gjenspeiler både høyere eksponeringsnivåer og et økende antall miljøer og enheter som sender ut RF-stråling. I dag er nesten alle menneskelige miljøer eksponert, også de som ikke er eksponert for to tiår siden. Et slikt eksempel er om bord på fly. Wi-Fi under flyging ble først introdusert på kommersielle passasjerfly i 2004 [21, 22]. Denne studien viser at innføring av kraftigere høyhastighets Wi-Fi på flyreiser kan føre til betydelig høyere eksponering enn med det som tidligere var standard Wi-Fi. De høye maksimale toppnivåene i denne studien, som varierer mellom 299 000 og 651 000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ er høyere enn nivåer som har vist seg å forårsake skadelige effekter blant mennesker som lever nær basestasjoner [4, 5, 23].

Nivåene målt på flyvningene, og spesielt på flyet med høyhastighets Wi-Fi, er lavere enn grensene fra FCC i USA og ICNIRP, som er vedtatt av de fleste land i verden.

ICNIRP-grensene for Wi-Fi-frekvenser er 10 000 000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ målt som gjennomsnitt over 6 eller 30 minutter [24, 25]. Disse termisk baserte grensene beskytter imidlertid bare mot termiske (oppvarmings)virkninger fra kortvarig eksponering og klarer ikke å beskytte mot ikke-termiske virkninger som kan oppstå både innen korttids- og langtidseksponering [26, 27]. EUROPAEM EMF-retningslinjer foreslår derfor øvre grenser for eksponering for Wi-Fi på dagtid på 10 $\mu\text{W}/\text{m}^2$, for nattetid 1 $\mu\text{W}/\text{m}^2$, og for sensitive personer 0,1 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ for å beskytte mot ikke-termiske effekter [28]. Disse ignoreres av ICNIRP og FCC.

Nivåene målt på høyhastighets Wi-Fi-flyet bør vekke stor bekymring med tanke på individer som er spesielt følsomme, småbarn og barn, gravide kvinner, og de som reiser over lange avstander og flyr hyppig. De høye RF-strålingsnivåene i kabinen kan også være en fare på arbeidsplassen for de ansatte om bord.

I den foreliggende studien kunne det ikke gjøres noen måling i pilotens kabin. Siden intakte kognitive funksjoner er spesielt viktig for piloter, er det bekymringsfullt om piloter utsettes for de høye RF-strålingsnivåene som ligner på eller til og med er høyere enn de som måles blant passasjerer om bord. Påvirkninger på kognitive funksjoner som hukommelse, oppmerksomhet og konsentrasjon er blant de ikke-termiske virkningene som gjentatte ganger har vist seg å være forbundet med eksponering for pulserende mikrobølget RF-stråling fra Wi-Fi [29, 30, 31].

Konklusjon

Så vidt vi vet er dette den første studien som vurderer eksponering fra RF-stråling om bord i et fly etter introduksjonen av høyhastighets Wi-Fi. Alle målingene viste høye nivåer som overstiger de nivåer som rapporteres å ha negative konsekvenser for menneskers helse. Resultatene var imidlertid under grensene fra FCC og ICNIRP, som kun er basert på termiske virkninger og utelukker påvirkninger som ikke er basert på oppvarming (dvs. ikke-termiske). Nivåene er problematisk særlig for sensitive deler av befolkningen, de som flyr ofte, og personalet om bord på flyene. Før ny teknologi basert på RF-stråling introduseres, bør relevant risikoevaluering utføres av forskere uten interessekonflikter.

Takk: Ikke aktuelt.

Finansiering: Det ble ikke mottatt midler.

Tilgjengelighet av data og materialer

Informasjonen generert og analysert i løpet av nåværende studie er rimelig tilgjengelig fra den korresponderende forfatteren på forespørsel.

Forfatterens bidrag

LH foretok RF-strålingsmålingene. Begge forfatterne deltok i skrivingen av manuskriptet, og har lest og godkjent den endelige versjonen.

Etikkgodkjenning og samtykke til å delta

Ikke relevant.

Pasientens samtykke for publisering

Ikke relevant.

Konkurrerende interesser

Forfatterne erklærer at de ikke har noen konkurrerende interesser.

Referanser

1. IEEE Standards Association. The evolution of Wi-Fi technology and standards [Internet]. Piscataway (NJ): IEEE (2026).
2. Panagopoulos DJ, Litovsky R, Chamberlin K. Recording the extremely low frequency pulsations of wireless communication electromagnetic fields. *Electromagn Biol Med* 19 (2026): 1-10.
3. Lai H, Levitt BB. The roles of intensity, exposure duration, and modulation on the biological effects of radiofrequency radiation and exposure guidelines. *Electromagn Biol Med* 41 (2022): 230-255.
4. Hardell L, Nilsson M. Summary of seven Swedish case reports on the microwave syndrome associated with 5G radiofrequency radiation. *Rev Environ Health*. 40 (2025): 147-157.
5. Sailo L, Laldinpuii, Zosangzuali M, et al. Greater prevalence of symptoms associated with higher exposures to mobile phone base stations in a hilly, densely populated city in Mizoram, India. *Electromagn Biol Med* 44 (2025): 385-404.
6. Healer J. Review of studies of people occupationally exposed to radiofrequency-radiations. In: *Biological Effects and Health Implications of Microwave Radiation*. Cleary SF (Ed). U.S. Symposium Proceedings Richmond, Virginia, September 17-19. Department of Health, Education and Welfare. Public Health Service Bureau of Radiological Health Rockville, Maryland 20852 (1969).
7. Johnson-Liakouris AG. Radiofrequency (RF) sickness in the Lilienfeld study: An effect of modulated microwaves. *Arch Environ Health* 53 (1998): 236-238. 8. IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans: Non-ionizing radiation, Part 2:

- Radiofrequency electromagnetic fields. IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum 102 (2013): 1-460.
9. Melnick RL, Moskowitz JM. International Commission on the Biological Effects of Electromagnetic Fields (ICBE-EMF). Exposure limits to radiofrequency EMF do not account for cancer risk or reproductive toxicity assessed from data in experimental animals. *Environ Health* 25 (2026): 42.
 10. Schuermann D, Mevissen M. Manmade electromagnetic fields and oxidative stress-biological effects and consequences for health. *Int J Mol Sci* 22 (2021): 3772.
 11. Lai H, Levitt BB. Radiofrequency radiation-induced gene expression. *Rev Environ Health* 40 (2025): 695-719.
 12. Ezgin N. Prenatal and early-life exposure to electromagnetic fields: impacts on neurodevelopment and behavior. *Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar - Current Approaches in Psychiatry* 18 (2026): 1552-1567.
 13. Dasdag S, Akdag MZ, Erdal ME, et al. Effects of 2.4 GHz radiofrequency radiation emitted from Wi-Fi equipment on microRNA expression in brain tissue. *Int J Radiat Biol* 91 (2015): 555-561.
 14. Sandoval-Diez N, Loizeau N, Huss A, et al. Long-term residential magnetic field exposure and neurodegenerative disease mortality: An 18-year nationwide cohort study in Switzerland. *Environ Int* 208 (2026): 110145.
 15. Hardell L, Carlberg M, Koppel T, et al. High radiofrequency radiation at Stockholm Old Town: An exposimeter study including the Royal Castle, Supreme Court, three major squares and the Swedish Parliament. *Mol Clin Oncol* 6 (2017): 462-476.
 16. Hardell L, Nilsson M. Very high radiofrequency (RF) radiation at Skeppsbron in the Old Town in Stockholm, Sweden. *Ann Clin Med Case Rep* 10 (2023): 1-7.
 17. Jalilian H, Eeftens M, Ziaei M, et al. Public exposure to radiofrequency electromagnetic fields in everyday microenvironments: An updated systematic review for Europe. *Environ Res* 176 (2019): 108517.
 18. Sagar S, Dongus S, Schoeni A, et al. Radiofrequency electromagnetic field exposure in everyday microenvironments in Europe: A systematic literature review. *J Expo Sci Environ Epidemiol* 28 (2018): 147-160.
 19. Ahsan Ashraf M, Celik T. Evaluating radiofrequency electromagnetic field exposure in confined spaces: a systematic review of recent studies and future directions. *Radiat Prot Dosimetry* 200 (2024): 598-616.
 20. SAS. SAS goes live with Starlink high-speed Wi-Fi. Solna: SAS (2026).
 21. Muñoz Talcott M. From take-off to future flightpath: A look at the origins and enormous potential of in-flight Wi-Fi. Carlsbad (CA): Viasat (2026).
 22. SAS. Scandinavian Airlines launches Internet and GSM onboard. Stockholm: SAS (2026).
 23. Balmori A. Evidence for a health risk by RF on humans living around mobile phone base stations: From radiofrequency sickness to cancer. *Environ Res* 214 (2022): 113851.
 24. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). *Health Phys* 74 (1998): 494-522.
 25. ICNIRP. Guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields (100 kHz to 300 GHz). *Health Phys* 118 (2020): 483-524.
 26. Hardell L, Nilsson M, Koppel T, et al. Aspects on the International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) 2020 guidelines on radiofrequency radiation. *J Cancer Sci Clin Ther* 5 (2021): 250-283.
 27. International Commission on the Biological Effects of Electromagnetic Fields (ICBE-EMF). Scientific evidence invalidates health assumptions underlying the FCC and ICNIRP exposure limit determinations for radiofrequency radiation: implications for 5G. *Environ Health* 21 (2022): 92.
 28. Belyaev I, Dean A, Eger H, et al. EUROPAEM EMF Guideline 2016 for the prevention, diagnosis and treatment of EMF-related health problems and illnesses. *Rev Environ Health* 31 (2016): 363-397.
 29. Varghese R, Majumdar A, Kumar G, et al. Rats exposed to 2.45GHz of non-ionizing radiation exhibit behavioral changes with increased brain expression of apoptotic caspase 3. *Pathophysiology* 25 (2018): 19-30.
 30. Hassanshahi A, Shafeie SA, Fatemi I, et al. The effect of Wi-Fi electromagnetic waves in unimodal and multimodal object recognition tasks in male rats. *Neurol Sci* 38 (2017): 1069-1076.
 31. Pall ML. Wi-Fi is an important threat to human health. *Environ Res* 164 (2018): 405-416.



This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the [Creative Commons Attribution \(CC-BY\) license 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)