

Mobilsite, Bymarken 27, 4000 Roskilde TDC site 0111, Hi3G site CC0501 og TTN site S1594 – EMR måling

Måling af effektætheder fra mobilstation
Marts/2024

Dato 2024-03-14 – version 1
Udarbejdet af FRL
Kontrolleret af THJOH
Godkendt af FRL
Beskrivelse

Rapporten må kun offentliggøres i sin helhed og efter tilladelse fra Rambøll

Ref. 1100054949 - Teleindustrien



Rambøll
Hannemanns Allé 53
DK-2300 København S
T +45 5161 1000
F +45 5161 1001
www.ramboll.dk

INDHOLD

1.	Konklusion	1
2.	Indledning	1
3.	Måleudstyr	1
4.	Referencer	1
5.	Baggrund	2
6.	Målepunkter	4
7.	Målemetode	4
8.	Målinger	5
9.	Kort og fotos	12

1. KONKLUSION

Der er udført målinger af effekttætheder efter ønske fra mobiloperatørerne på adressen Bymarken 27, 4000 Roskilde. Målingerne viser, at den maksimale samlede effekttæthed ikke overskrider grænseværdien for permanent ophold på offentligt tilgængelige arealer i de målte punkter.

Der er udført fem målinger på terræn rundt om siden på offentligt areal. Der er ikke adgang til vandtårnet for offentligheden. Målepunkterne er udvalgt af måleoperatøren. Der er målt, hvor den almindelige befolkning kan færdes.

Den højeste samlede feltbelastning er målt på målepunkt 3 - ca. 0,45% af grænseværdien svarende til ca. 1/225 del af grænseværdien af den tilladte effekttæthed for permanent ophold.

Størrelsen af målingerne vil for mobiltelefoni variere alt afhængig af antal samtaler/trafik. Der er målt på et tidspunkt, hvor der er en rimelig mængde samtaler/trafik, men værdierne kan blive en faktor tre til otte større ved spidsbelastning.

2. INDLEDNING

Mobilnetværks operatørerne (TDC, Hi3G og TTN) har overdraget Rambøll opgaven at måle effekttætheder på adressen Bymarken 27, 4000 Roskilde. Se også afsnit 9.

Målinger af radiofeltstyrker er udført torsdag den 22. februar i tidsrummet 14:30 til 16:30 i tågedis/let regnvej.

TDC, Hi3G og TTN har opsat mobilantenner for mobiltelefoni på vandtårnet – både på taget og på siden forskellige steder.

Resultatet af målingerne er sammenholdt med ICNIRPs grænseværdier for permanent ophold på offentlig tilgængelige arealer (ref. 1).

3. MÅLEUDSTYR

Målingerne udføres med følgende udstyr med følgende kalibreringstidspunkter:

- Narda SRM 3006 Selective Radio Meter Basic SRM-3006, D-0139, Kalibreringstidspunkt 18. juli 2022.
- Narda Antenna SRM, E-Field, Three-Axis 27 MHz to 3 GHz, Type p/n 3501/03, Serial number K-0310, Kalibreringstidspunkt 19. juli 2022.
- Narda Antenna SRM, E-Field, Three-Axis 420 MHz to 6 GHz, Type p/n 3502/01, Serial number G-0088, Kalibreringstidspunkt 12. Juni 2023

Kalibreringerne er overordnet gældende i 36 måneder.

4. REFERENCER

- **ICNIRP Guidelines** (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (100 kHz up to 300 GHz), 2020
- **ICNIRP Guidelines** for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz – 100 kHz), 2010

- **DS/EN 50401:2017**
Produktstandard til påvisning af basestationsudstyrs overholdelse af eksponeringsgrænser for RF-elektromagnetfelter (110 MHz – 100 GHz), ved ibrugtagningen
- **DS/EN 62232:2017**
Bestemmelse af RF-felter, effekttæthed og SAR-værdier nær radiokommunikationsbasestationer til evaluering af personeksponering
- **Bekendtgørelse 472** Bekendtgørelse om eksponering for elektromagnetiske felter i forbindelse med arbejdet, 25 maj 2016.
- **Rådets henstilling af 12. juli 1999** om begrænsning af befolkningens eksponering for elektromagnetiske felter (0 Hz – 300 GHz) (1999/519/EF)
- Rambølls kvalitetssystem for Måling af EMR følger DS/ISO 9001.

5. BAGGRUND

For elektromagnetiske felter gælder der for FM-Radio, GSM, UMTS og LTE følgende grænseværdier i henhold til nedenstående tabeller i henhold til ICNIRP 2020: tabel 5:

Offentligt tilgængelige arealer ved permanent ophold:

Tjeneste	Frekvens ca. (MHz)	Grænseværdi ca. Feltstyrke (V/m)	Grænseværdi ca. Effekttæthed (W/m ²)
FM-radio	100	28	2,0
TV	47 - 860	28-40	2,0 – 4,3
LTE700	700	36	3,5
LTE800	800	39	4,0
GSM900 og UMTS900	900	41	4,5
LTE1500	1500	53	7,5
GSM1800 (DCS), LTE1800 og NR1800	1800	58	9,0
UMTS2100 og LTE2100	2100	-	10
LTE 2300	2300	-	10
LTE 2600	2600	-	10
NR3500	3600	-	10
5G 26GHz	26000	-	10

Tabel 1: Grænseværdier for offentlige tilgængelige arealer ved permanent ophold

Ikke offentligt tilgængelige arealer ved arbejdsmæssigt ophold (undtaget særligt udsatte medarbejdere, hvor de i tabel 1 nævnte grænseværdier gælder).

Tjeneste	Frekvens ca. (MHz)	Grænseværdi ca. Feltstyrke (V/m)	Grænseværdi ca. Effekttæthed (W/m ²)
FM-radio	100	61	10
TV	47 - 860	61-88	10-20,5
LTE700	700	79	17,5
LTE800	800	85	20
GSM900 og UMTS900	900	90	22,5
LTE1500	1500	116	37,5
GSM1800 (DCS), LTE1800 og NR1800	1800	127	45
UMTS2100 og LTE2100	2100	-	50
LTE 2300	2300	-	50
LTE 2600	2600	-	50
NR3500	3600	-	50
5G 26GHz	26000	-	50

Tabel 2: Grænseværdier for ikke offentligt tilgængelige arealer ved arbejdsmæssigt ophold

Den totale feltbelastning for hvert målepunkt fås som summen af de enkelte delbidrag vægtet i forhold til grænseværdien i henhold til ICNIRP 2020 formel (3).

6. MÅLEPUNKTER

Målepunkterne er vist på kortet i afsnit 9.

Målepunkt 1 er parkeringsplads lidt mod nordvest

Målepunkt 2 er på parkeringsplads mod vest

Målepunkt 3 er på modsat side af Bymarken vejen ved hus

Målepunkt 4 er foran hovedindgangen til svømmehallen

Målepunkt 5 er på sti ved boligblokkene mod øst

Målingerne er foretaget ca. 1,5m over terræn

7. MÅLEMETODE

Der er foretaget isotropiske (i alle retninger) målinger af effekttætheder for at tage højde for forskellige feltorienteringer. Der er målt i en periode på 6 minutter, hvor resultatet af målingen er et maximalt gennemsnit målt på effekttætheden i denne periode.

ICNIRP guideline 2020 angiver gennemsnitstiden ændret til 30 minutter fra 6 minutter i 1998 udgaven. Det er ikke ændret af måletekniske hensyn, men grundet kroppens kernetemperatur ikke når at stige på 6 min. Derfor er værdien ændret til 30 min. ICNIRP angiver selv, at det ikke er nødvendigt at måle i 30 minutter.

ICNIRP forklaring google-oversat

3.1. Gennemsnitlige eksponeringsrestriktioner for hele kroppen

Begrænsningen for eksponering af hele kroppen i ICNIRP (1998) blev fastsat i form af mængden 'SAR' (Specific energy Absorption Rate). Dette er også tilfældet for ICNIRP (2020). Men mens denne begrænsning kun gjaldt op til 10 GHz i ICNIRP (1998), gælder den i hele 100 kHz til 300 GHz-området i ICNIRP (2020). Dette vil sikre, at eksponeringer fra nye teknologier ikke fører til for kraftig temperaturstigning dybt i kroppen. Gennemsnitstiden for denne begrænsning er også blevet ændret fra 6 minutter i ICNIRP (1998) til 30 minutter i ICNIRP (2020), for bedre at matche den tid, det tager for kropskernetemperaturen at stige. Selve de grundlæggende begrænsningsværdier har ikke ændret sig, da forskning nu har vist, at de var endnu mere konservative, end man oprindeligt troede.

I praksis er det ikke nødvendigt at måle i 30 minutter i stedet for 6 minutter. Målingerne ændres i praksis ikke væsentligt, hvilket Rambøll har testet. Det målte vil altid afhænge af belastningen af de aktuelle antennesektorer, som dækker området. Dette er inkluderet i følgende antagelse:

Størrelsen af målingerne vil for mobiltelefoni variere alt afhængig af antal samtaler/trafik. Der er målt på et tidspunkt, hvor der er en rimelig mængde samtaler/trafik, men værdierne kan blive en faktor tre til otte større ved spidsbelastning.

Der er alene målt på effekttætheder i området fra 27 MHz til 6000 MHz. Det dækker GSM, UMTS, LTE, 5G, FM-radio, TV, trådløse telefoner m.m.

I resultaterne er instrumentets egen indvirkning på målingerne (støjgulvet) elimineret.

8. MÅLINGER

Målingerne er udført i henhold til DS/EN 50401:2017 og DS/EN 62232:2017.

Feltstyrkerne er målt ved hjælp af en NARDA SRM-3006, som er en spektrumsanalysator tilkoblet en antenne.

Måleresultaterne, som er et gennemsnit målt over en periode på 6 minutter, er vist i nedenstående skema.

Under hvert målepunkt i tabel 3 er angivet den procentvise andel af grænseværdien, som effekt-tætheden har udgjort. I bunden er den samlede procentvise total i forhold til grænseværdien opgjort. 100 % svarer til grænseværdien for permanent ophold.

Målepunkt	1	2	3	4	5
	%	%	%	%	%
28 - 88	-	-	-	-	-
Radio	0,00433	0,00473	0,00574	0,00734	0,00226
108 - 200	-	-	-	-	-
200 - 300	-	-	-	-	-
300 - 380	-	-	-	-	-
Tetra Mobil tf	-	-	-	-	-
Tetra Motorola	0,00002	0,00004	0,00014	0,00003	0,00009
400 - 410	-	-	-	-	-
Nord Mob 410bån	-	-	-	-	-
430 - 453	-	-	-	-	-
Nord Mob 450bån	-	-	-	-	-
Nord Mob 460bån	-	-	-	-	-
467 - 500	-	-	-	-	0,00003
500 - 600	0,00006	-	-	-	0,00007
600 - 700	-	-	-	-	0,00005
700 - 702,99	-	-	-	-	-
Mobil tf 700bå	-	-	-	-	-
TDC 738-758	-	-	-	-	-
3 - 758-768	0,01513	0,02276	0,02231	0,05928	0,00427
TTN 768-773	0,00001	0,00001	-	-	0,00001
TDC 773-788	0,00031	0,00058	0,00184	0,00143	0,00003
TTN 800 bånd	0,00069	0,02233	0,00991	0,00841	0,00056
TDC 800 bånd	0,00104	0,00250	0,01001	0,00376	0,00069
Mobil tf 800bå	-	-	-	-	-
Mobil tf 900bå	-	-	-	-	-
Bane GSM-R	0,00003	0,00003	-	0,00003	0,00003
TT-net 900 bånd	0,00000	0,00003	0,00007	0,00002	0,00000
Bane GSM R	0,00000	-	-	-	0,00000
TT-net 900 bånd	0,00011	0,00151	0,00456	0,00162	0,00023
TDC - 900 bånd	0,00047	0,00107	0,00092	0,00342	0,00086
3 - 900 bånd	0,01496	0,25970	0,25920	0,12710	0,00274
TDC - 1500 bånd	-	-	-	-	-
TTN 1500	-	-	-	-	-
Mobil tf 1800	-	-	-	-	-
TDC - 1800 bånd	0,00080	0,00141	0,00141	0,00164	0,00014
3 -1800 bånd	0,01669	0,00431	0,09631	0,02539	0,00332
TTN 1800 bån	0,00004	0,00025	0,00050	0,00008	0,00003
Trådløs tf	-	-	-	-	-
Mobil tf 2100	-	-	-	-	-
3 - 2100 bånd	0,01431	0,00055	0,01884	0,00297	0,00050
TDC 2100 bånd	0,00106	0,00153	0,00513	0,00274	0,00014
TTN 2100bånd	-	-	-	-	0,00001
TDC - 2300 bånd	0,00005	0,00028	0,00031	0,00176	0,00004
Trådløs netv	-	-	-	-	-
Mobil tf 2600	-	-	-	-	-
3 - TDD frekv	-	-	-	-	-
TTN 2600 bånd	-	-	-	-	-
TDC - 2600 bånd	0,00057	0,00171	0,00104	0,00367	0,00007
3 - 2600 bånd	-	-	-	-	-
TTN 2600bånd	-	-	-	-	-
TDC 3500 bånd	0,00007	0,00026	0,00195	0,00033	0,00020
3 - 3500 bånd	0,00054	0,00196	0,00664	0,00116	0,00012

TTN - 3500 bånd	-	-	-	-	0,00001
WiFi Old Chan.	-	-	-	-	-
WiFi Band A	-	-	-	-	-
WiFi Band B	-	-	-	-	-
WiFi Band C	-	-	-	-	-
Andet – frekvenser som ikke er omfattet af ovenstående	-	-	-	-	-
Total	0,071	0,33	0,45	0,25	0,016
Udgør brøkdelen af grænseværdien ca.	1/1.400	1/300	1/225	1/400	1/6.050

Tabel 3: Resultat af målingen punkt 1 - 5



Den højeste samlede feltbelastning er målt på målepunkt 3 - ca. 0,45% af grænseværdien svarende til ca. 1/225 del af grænseværdien af den tilladte effektæthed for permanent ophold.

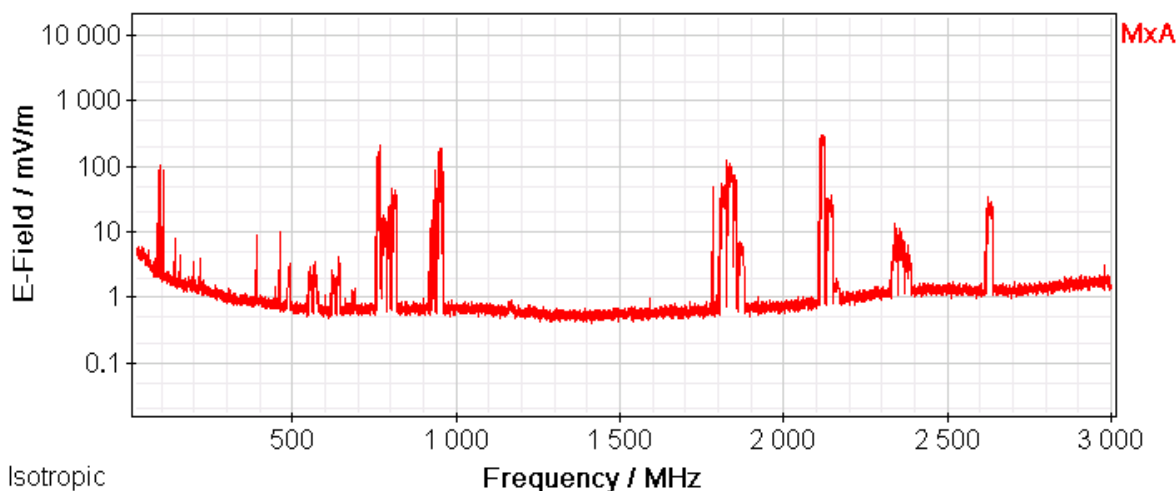
Størrelsen af målingerne vil for mobiltelefoni variere alt afhængig af antal samtaler/trafik. Der er målt på et tidspunkt, hvor der er en rimelig mængde samtaler/trafik, men værdierne kan blive en faktor tre til otte større ved spidsbelastning.

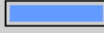

Måling	1	2	3	4	5
	W/m2	W/m2	W/m2	W/m2	W/m2
700 - 702,99	-	-	-	-	-
Mobil tf 700bå	-	-	-	-	-
TDC 738-758	-	-	-	-	-
3 - 758-768	0,00057343	0,00086261	0,00084555	0,00224671	0,00016183
TTN 768-773	0,00000043	0,00000037	-	-	0,00000047
TDC 773-788	0,00001180	0,00002246	0,00007092	0,00005523	0,00000097
TTN 800 bånd	0,00002733	0,00088315	0,00039186	0,00033242	0,00002212
TDC 800 bånd	0,00004177	0,00010017	0,00040090	0,00015039	0,00002753
Mobil tf 800bå	-	-	-	-	-
Mobil tf 900bå	-	-	-	-	-
Bane GSM-R	0,00000130	0,00000133	-	0,00000136	0,00000143
TT-net 900 bånd	0,00000014	0,00000160	0,00000319	0,00000096	0,00000010
Bane GSM R	0,00000004	-	-	-	0,00000010
TT-net 900 bånd	0,00000521	0,00007009	0,00021147	0,00007528	0,00001069
TDC - 900 bånd	0,00002215	0,00004993	0,00004299	0,00015965	0,00004012
3 - 900 bånd	0,00070686	0,01227084	0,01224721	0,00600548	0,00012923
TDC - 1500 bånd	-	-	-	-	-
TTN 1500	-	-	-	-	-
Mobil tf 1800	-	-	-	-	-
TDC - 1800 bånd	0,00007178	0,00012761	0,00012698	0,00014792	0,00001234
3 -1800 bånd	0,00152296	0,00039347	0,00878829	0,00231684	0,00030322
TTN 1800	0,00000359	0,00002303	0,00004667	0,00000776	0,00000290

bånd					
Trådløs tlf	-	-	-	-	-
Mobil tlf 2100	-	-	-	-	-
3 - 2100 bånd	0,00150971	0,00005756	0,00198762	0,00031376	0,00005314
TDC 2100 bånd	0,00010630	0,00015280	0,00051330	0,00027430	0,00001366
TTN 2100bånd	0,00000020	-	-	-	0,00000080
TDC - 2300 bånd	0,00000497	0,00002835	0,00003058	0,00017560	0,00000374
Trådløs netv	-	-	-	-	-
Mobil tlf 2600	-	-	-	-	-
3 - TDD frekv	-	-	-	-	-
TTN 2600 bånd	-	-	-	-	-
TDC - 2600 bånd	0,00005733	0,00017100	0,00010440	0,00036740	0,00000736
3 - 2600 bånd	-	-	-	-	-
TTN 2600bånd	-	-	-	-	-
TDC 3500 bånd	0,00000691	0,00002559	0,00019510	0,00003325	0,00001966
3 - 3500 bånd	0,00005445	0,00019640	0,00066430	0,00011560	0,00001249
TTN - 3500 bånd	-	-	-	-	0,00000086
WiFi Old Chan.	-	-	-	-	-
WiFi Band A	-	-	-	-	-
WiFi Band B	-	-	-	-	-
WiFi Band C	-	-	-	-	-


Tabel 4: Ækvivalente størrelser for effektætheden i W/m²

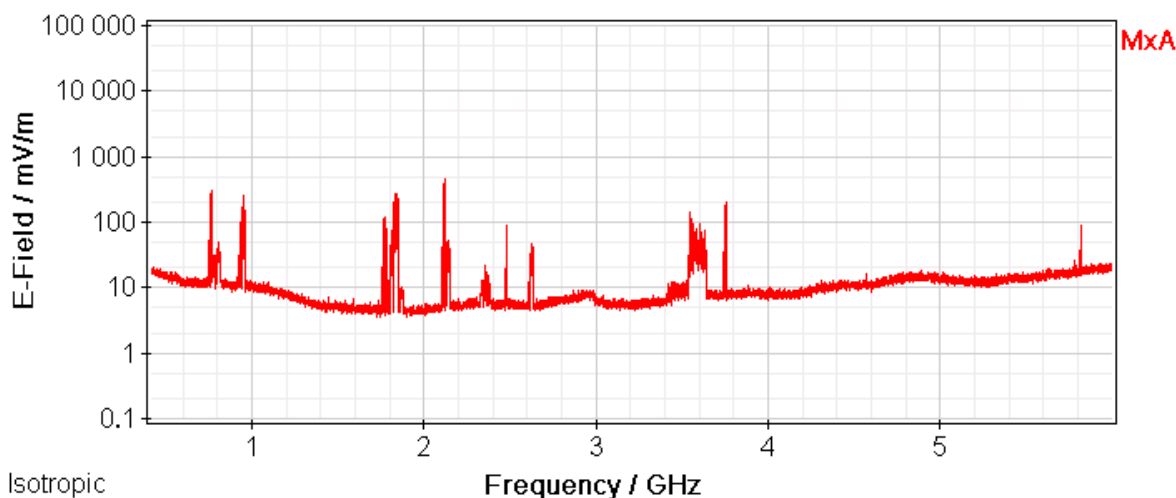
Battery: 28.02.24  GPS: 13:45:47  Ant: --- 3AX 27M-3G SrvTbl: DK frekvenser
 --- Cable: --- Stnd: ICNIRP GP

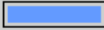



Spectrum							
Fmin:	26 MHz	Fmax:	3 GHz	Sweep Time:	894 ms	Progress:	
MR:	1.8 V/m	RBW:	300 kHz	No. of Runs:	19	AVG:	4 
		VBW:	Off				


Skærbillede 1. Målepunkt 1 – diagram visende frekvensmåling fra 27 MHz til 3000 MHz.

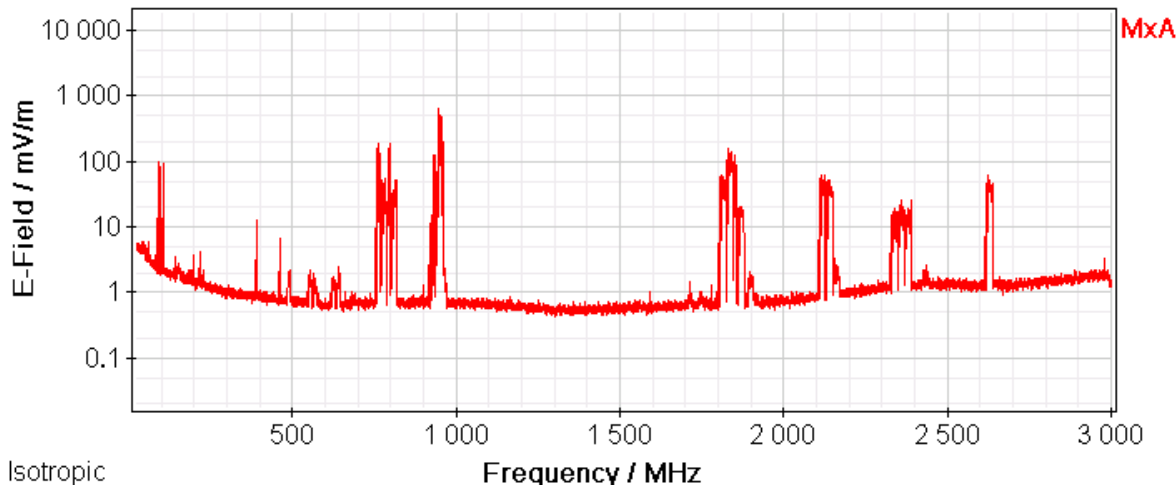
Battery:  GPS: 55°38'20.9" N Ant: 3AX 0.4-6G SrvTbl: DK frekvenser
28.02.24 13:52:34 12°6'16.6" E Cable: --- Stnd: ICNIRP GP

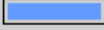
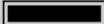


Spectrum						
Fmin:	420 MHz	Fmax:	5.994 GHz	Sweep Time:	886 ms	Progress: 
MR:	10 V/m	RBW:	500 kHz	No. of Runs:	52	
		VBW:	Off	AVG:	4 	



Skærbillede 2. Målepunkt 1 – diagram visende frekvensmåling fra 420 MHz til 6000 MHz.

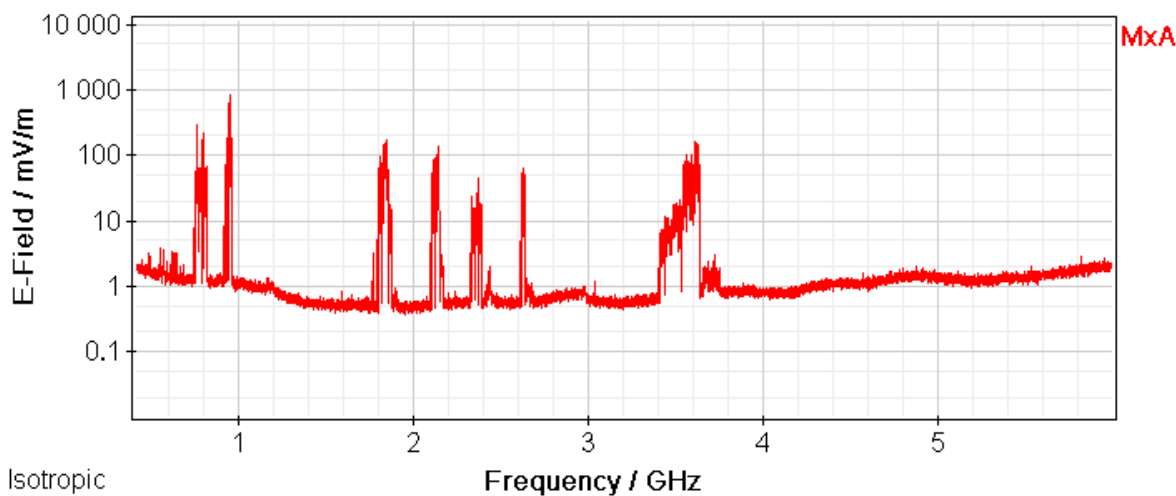
Battery:  GPS: 55°38'21.0" N Ant: 3AX 27M-3G SrvTbl: DK frekvenser
28.02.24 13:58:03 12°6'13.3" E Cable: --- Stnd: ICNIRP GP

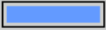



Spectrum						
Fmin:	26 MHz	Fmax:	3 GHz	Sweep Time:	886 ms	Progress: 
MR:	1.8 V/m	RBW:	300 kHz	No. of Runs:	26	
		VBW:	Off	AVG:	4 	

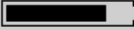

Skærbillede 3. Målepunkt 2 – diagram visende frekvensmåling fra 27 MHz til 3000 MHz.

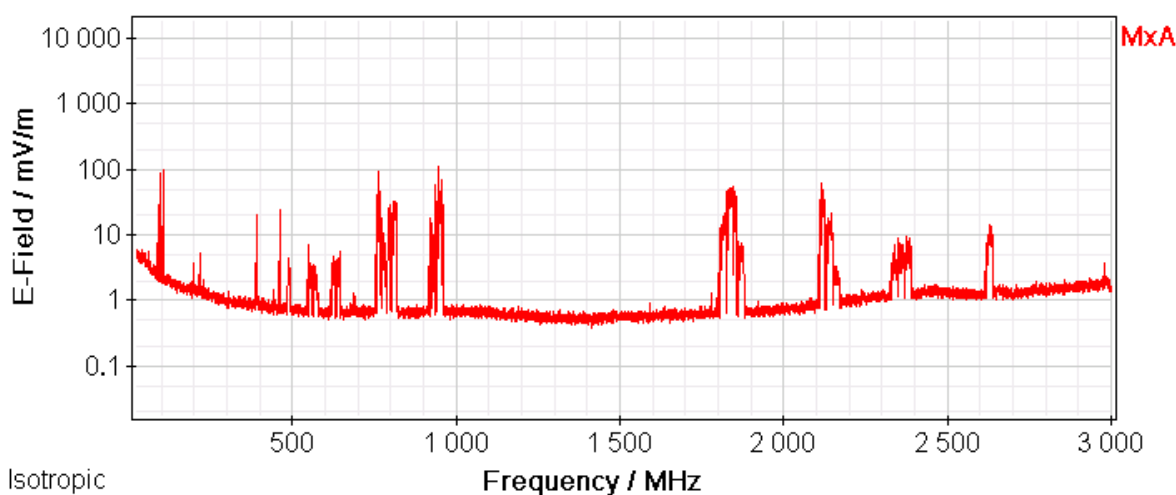
Battery:  GPS: --- Ant: 3AX 0.4-6G SrvTbl: DK frekvenser
 28.02.24 14:00:51  --- Cable: --- Stnd: ICNIRP GP

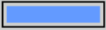


Spectrum							
Fmin:	420 MHz	Fmax:	5.994 GHz	Sweep Time:	1.003 s	Progress:	
MR:	1.1 V/m	RBW:	500 kHz			No. of Runs:	22
		VBW:	Off			AVG:	4 


Skærbillede 4. Målepunkt 2 – diagram visende frekvensmåling fra 420 MHz til 6000 MHz.

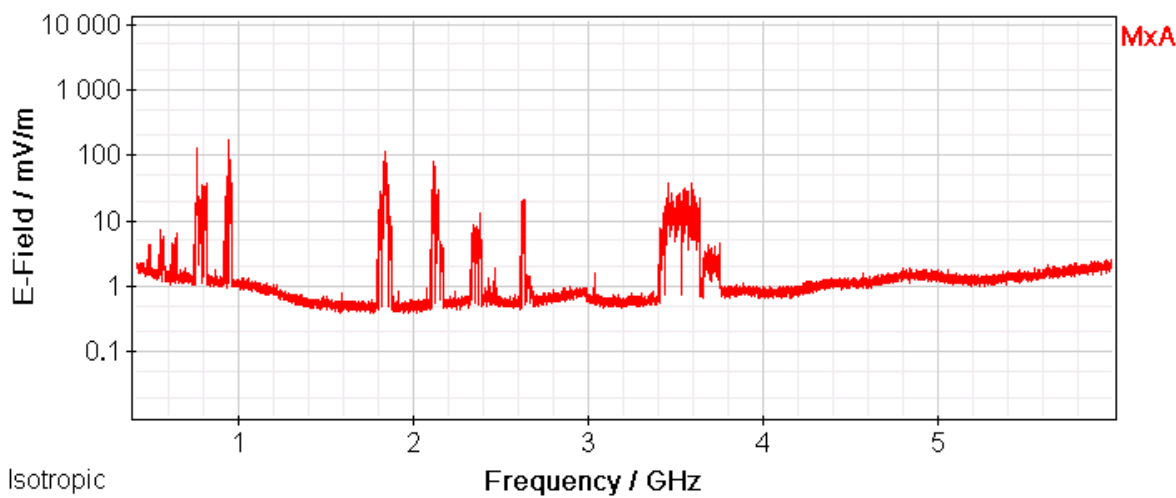
Battery:  GPS: --- Ant: 3AX 27M-3G SrvTbl: DK frekvenser
 28.02.24 14:28:49  --- Cable: --- Stnd: ICNIRP GP

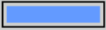



Spectrum							
Fmin:	26 MHz	Fmax:	3 GHz	Sweep Time:	885 ms	Progress:	
MR:	1.8 V/m	RBW:	300 kHz			No. of Runs:	24
		VBW:	Off			AVG:	4 

Skærbillede 5. Målepunkt 5 – diagram visende frekvensmåling fra 27 MHz til 3000 MHz.

Battery:		GPS:	55°38'19.9" N	Ant:	3AX 0.4-6G	SrvTbl:	DK frekvenser
28.02.24	14:31:26		12°6'20.8" E	Cable:	---	Stnd:	ICNIRP GP



Spectrum							
Fmin:	420 MHz	Fmax:	5.994 GHz	Sweep Time:	992 ms	Progress:	
MR:	1.1 V/m	RBW:	500 kHz			No. of Runs:	34
		VBW:	Off			AVG:	4 

Skærbillede 6. Målepunkt 5 – diagram visende frekvensmåling fra 420 MHz til 6000 MHz.

9. KORT OG FOTOS

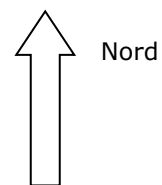
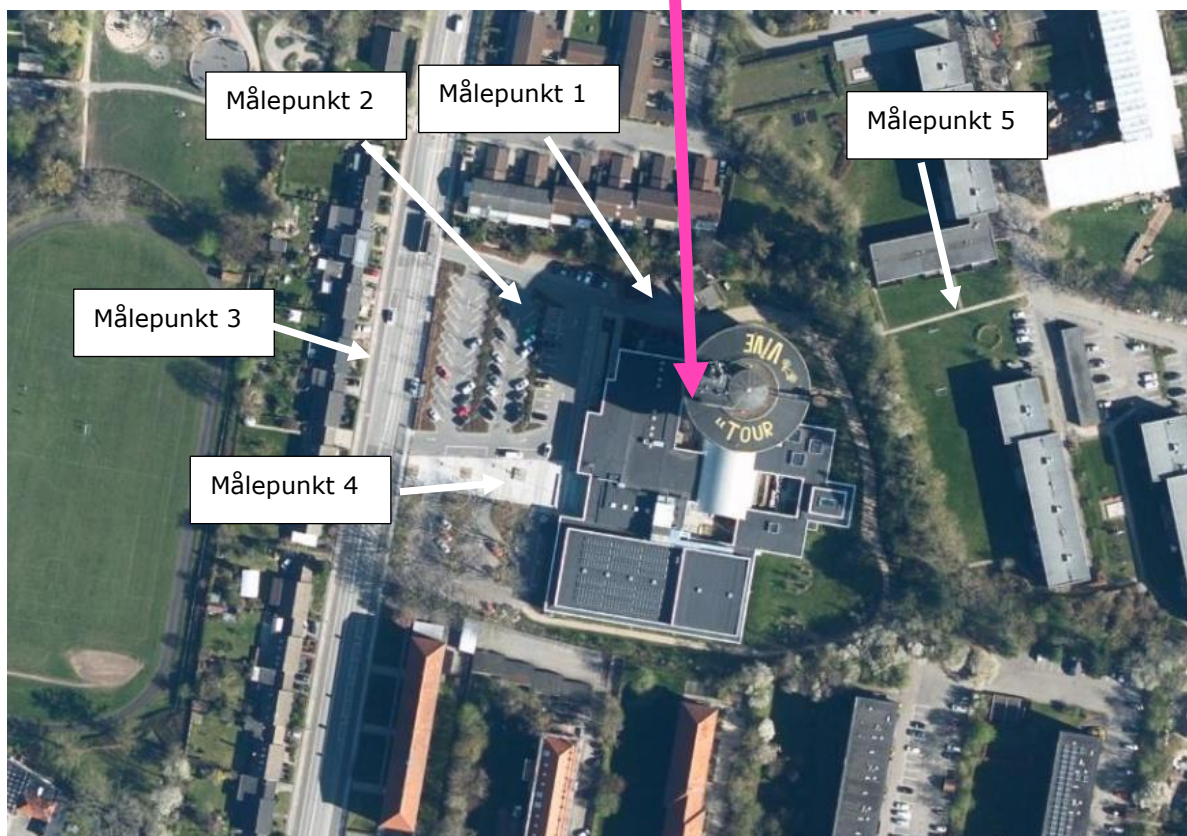


Foto af området med placering af målepunkter

Antenner fra TDC, Hi3G og TTN er opsat på vandtårnet



Kort over målepunkter



Vandtårn set fra nordvest



Nærbilled af antenner set fra nordvest



Antenner på vandtårn set fra sydøst



Målepunkt 1



Målepunkt 2



Målepunkt 3



Målepunkt 4



Målepunkt 5