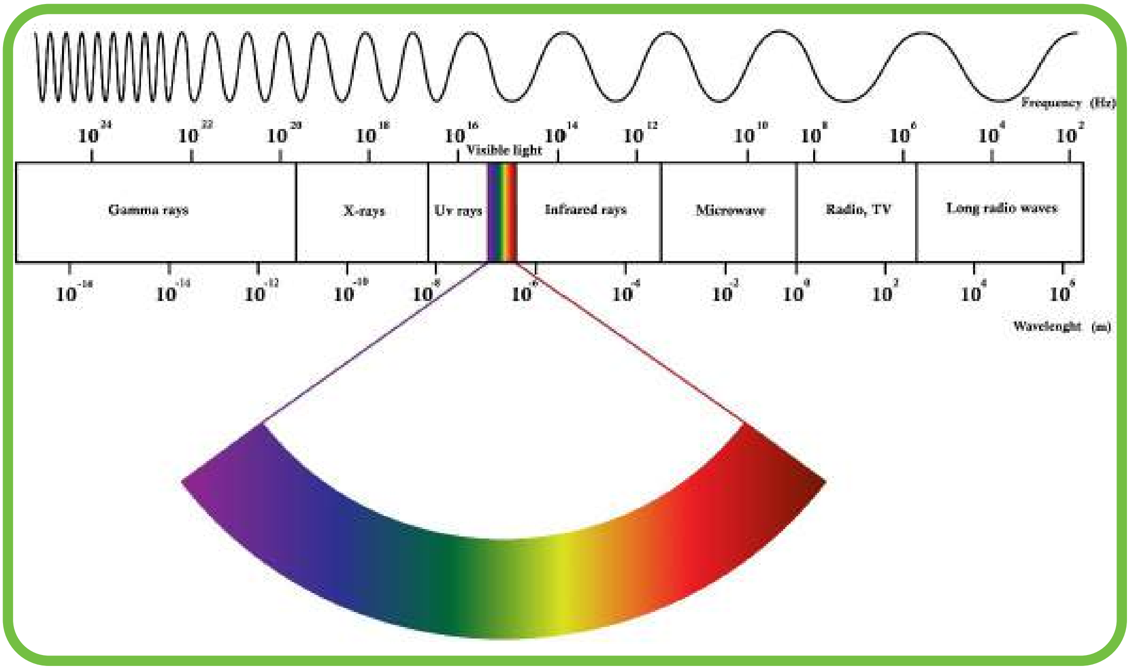
තාක්ෂණික ප්‍රගතිය සහ විද්‍යුත් චුම්බක දූෂණය

ආචාර්ය කේ. අහිලන්

ලෝකය අත්විඳිමින් සිටින තාක්ෂණික ප්‍රගතිය නිසා මෑත කාලයේදී සිදුවන විද්‍යුත් චුම්බක දූෂණය ඉහළ මට්ටමක් කරා ළඟා වී ඇත. ගුවන් විදුලි හා රූපවාහිනී විකාශන කුළුණු, ජංගම දුරකථන (සෙලියුලර්) කුළුණු, ක්ෂුද්‍ර තරංග සම්ප්‍රේෂණ උපකරණ, බ්ලූටූත් උපක්‍රම, වයි-ෆයි මාර්ගගත (රවුටර්), සුහුරු දුරකථන, ටැබ්ලටය, ක්ෂුද්‍ර තරංග උඳුන් ආදී විද්‍යුත් උපකරණ යනාදිය විද්‍යුත් චුම්බක දූෂක මූලාශ්‍ර ලෙස සැලකෙයි. විද්‍යුත් චුම්බ්ක දූෂක මූලාශ්‍රයන් භාවිතය වැඩිවත්ම එමගින් ඇතිවන සෞඛ්‍යමය ගැටළු කෙරෙහිද දක්වන අවධානයද ඉහළ යැවෙයි. මෙම ගැටළු සහගත තත්වයට විකල්ප ලෙස ලෝක සෞඛ්‍ය සංවිධානය අයනීකරණ නොවන විකිරණයන්ගෙන් ආරක්ෂාව පිළිබඳ ජාත්‍යන්තර කොමිසම, බ්‍රිතාන්‍ය සෞඛ්‍ය ආරක්ෂාව පිළිබඳ නියෝජිත ආයතනය, පිළිකා පර්යේෂණ පිළිබඳ ජාත්‍යන්තර නියෝජිත ආයතනය ආදී ආයතන කිහිපයක්ම පසුගිය දශක දෙකක කාලය තුළ විද්‍යුත් චුම්බක දූෂණයේ සෞඛ්‍යමය බලපෑම් පිළිබඳව අධ්‍යයනයන්හී නිරතව සිටිති. මෙම ලිපිය මගින්ද අවධානය යොමු කරනුයේ තාක්ෂණ විද්‍යාත්මක දියුණුව හමුවේ විද්‍යුත් චුම්බක දූෂණය ඉහළ යැවෙන ආකාරය පිළිබඳවය.

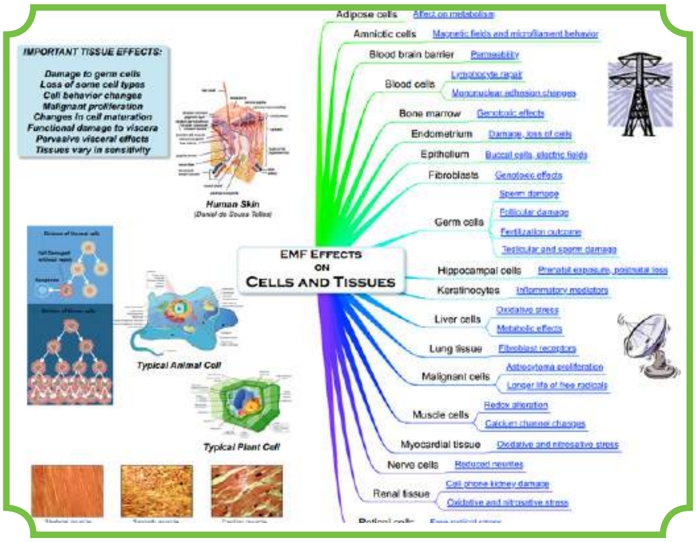
විද්‍යුත් චුම්බක විකිරණ ක්‍රියාත්මක වෙද්දී ශක්තිය පැතිරයාමත් සිදුවෙයි. විද්‍යුත් චුම්බක දූෂණ මට්ටම නිගමනය වනු ලබන්නේ විද්‍යුත් චුම්බක ක්ෂේත්‍රයේ සංඛ්‍යාතය සහ තීව්‍රතාව මතය. විද්‍යුත් චුම්බක වර්ණාවලිය තරංග ආයාම සහ සංඛ්‍යාත පරාසයක් හරහා පැතිරයයි. එය කලාප කිහිපයකට වෙන් කළ හැකිය. ඒවා නම්, 1. ගුවන් විදුලි තරංග 2. ක්ෂුද්‍ර තරංග 3. අධෝරක්ත (IR) දෘෂ්‍ය ආලෝක, පාරජම්බුල (UV), එක්ස් (x) කිරණ සහ ගැමා කිරණ ආදී වශයෙනි.

ගුවන්විදුලි තරංග GHz 3 ක්

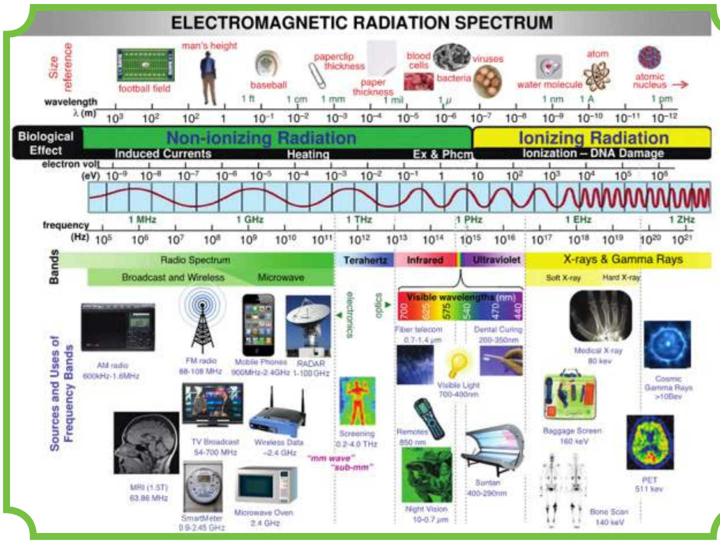


1වන රූප සටහන: විද්‍යුත් චුම්බක වර්ණාවලිය

දක්වාවන අතර, ගුවන් විදුලි සංඛ්‍යාත ජංගම උපකරණ, කම්බි රහිත ජාල, ගුවන්විදුලි රූපවාහිනී, ජංගම දුරකථන, ටැබ්ලට් සහ පරිගණක යනාදිය සඳහා එය භාවිතයට ගැනේ. ක්ෂුද්‍ර තරංග සතුවන්නේ GHz 3 සිට GHz 300 දක්වාවන සංඛ්‍යාතයන්ය. එය භාවිත කරනුයේ ඉහළ කලාප පළලින් යුත් තුඩට - තුඩ සම්ප්‍රේෂණ, රේඩාර් සන්නිවේදනය සහ 5G සඳහාය. දෘශ්‍ය ආලෝකය THz 430 සිට THz 770 අතර පරාසයේ පවතින අතර එක්ස් (x) කිරණ සහ ගැමා කිරණ සංඛ්‍යාත පරාසය ඉතා ඉහළය.



ශ්‍රී ලංකාව තුළ ජංගම දුරකථන භාවිතය ශීඝ්‍රයෙන් ඉහළ යමින් පවතින අතර ශ්‍රී ලංකාවේ සමහර ප්‍රදේශවලට ස්ථාවර රැහැන් දුරකථන පහසුකම් නොමැති නිසා සන්නිවේදන අවශ්‍යතා සඳහා ජංගම දුරකථන භාවිතය සිදුවෙයි. ජංගම දුරකථන සතුවන්නේ අඩු ජව සම්ප්‍රේෂකයි. ශ්‍රී ලංකාවේ විදුලි සංදේශ නියාමන කොමිසම මගින් (TRCL) මෙරට තුළ සංඛ්‍යාත වෙන්කිරීම අනුමත කිරීම සිදුකරයි. ශ්‍රී ලංකාවෙහි MHz 900 සහ 1800 MHz භාවිත කරනුයේ 2G ජංගම සන්නිවේදනය උදෙසාය. MHz 2100, 3G ජංගම සන්නිවේදනයට ද, MHz 1800 සහ MHz 2300, 4G ජංගම සන්නිවේදනයට යොදාගැනේ. ක්ෂුද්‍ර තරංග උඳුන් කාර්යාත්මකවනුයේ Hz 2.45 සිටවන අතර ක්ෂුද්‍ර තරංග උඳුන් හී උඳුන් පෘෂ්ඨයෙන් දළ වශයෙන් අඟල් 2ත් සහ 5m W/cm^3 දක්වාද සීමා කර තිබේ.



5G තාක්ෂණය පරිණාමය වූයේ පෙර පැවති 3G සහ 4G තාක්ෂණ පරම්පරාවලිනි. 5G ජාලයෙහි සංඛ්‍යාත තරංග තීරය කට්ටල දෙකකින් පවතියි. (1) සංඛ්‍යාත පරාස 1 (හෝ උප - MHz 450 සිට GH$_2$ 6 අතර වන (2) සංඛ්‍යාත පරාස 2 (හෝ mm තරංග) GHz 24.25 සිට GHz 52.6 දක්වා පවතියි. විදුලි සංදේශ නියාමන කොමිසම විසින් පූර්ව පරීක්ෂණ - වානිජ 5G සේවා සඳහා වන නියමු සැහුම් සඳහා GHz 3.5 තීරය ප්‍රදානය කර ඇත. එසේම මෙම කොමිසම විසින් මෙම වසර අවසානයට පෙර ජංගම සේවා සඳහා මූලික 5G වර්ණාවලි අතර මෙහි නියමිත ස්ථාන ප්‍රදානය කිරීමට නියමිතය.

තුඩට - තුඩ සන්නිවේදනය සඳහා ක්ෂුද්‍ර තරංග පුරුක GHz 80 දක්වා භාවිත කෙරේ. සේවා සපයන්නවුන් ඉහළ ධාරිතාවයෙන් යුත් පුරුක් ඉහළ සංඛ්‍යාත භාවිත කරන අතර වැඩි දුරත් සමග විද්‍යුත් චුම්බක විකරණය වැඩි ප්‍රමාණයකින් පහළ යන බැවින් දිගු දුර සන්නිවේදනය කාර්යයන් සඳහා අර්ධ ජවයන් සම්ප්‍රේෂණය කරනු ලබයි. තුඩට - තුඩ ක්ෂුද්‍ර තරංග සබැඳි අධි - සංඛ්‍යාත, සංඛ්‍යාත භාවිත කිරීම සහ අධි - ජව සම්ප්‍රේෂණය කිරීම හේතුකොට ඉහළ විද්‍යුත් චුම්බක දූෂණයක් නිපදවයි. ක්ෂුද්‍ර තරංග පුරුක් සහිත පාරවලයික ස්පර්ශක (ඇන්ටනා) කුළුණු මුදුනෙහි සවිකරනු ලැබේ. සමහර ස්ථානවල උස් ගොඩනැගිලි මත ක්ෂුද්‍ර තරංග පුරුක් සහිත පාරවලයික ස්පර්ශක සවිකර ඇති අතර, මෙම සබඳතා හරහා එහාමෙහා ගමන් කිරීම බෙහෙවින් හානිකරය.

සියළු ගුවන්විදුලි සහ ක්ෂුද්‍ර තරංග සංඛ්‍යාත (GHz 0 සිට 300) උපරිම ජව මට්ටම සැලසුම් කර ඇත්තේ සෞඛ්‍යයට අහිතකර සියළු ආකාරයේ බලපෑම් වළක්වාලමිනි. අයනීකරණය නොවන විකිරණයන් ගෙන් ආරක්ෂාව පිළිබඳ ජාත්‍යන්තර කොමිසම වර්ෂ 2020 දී 100 kHz සිට 300GHz දක්වා පරාසයක විද්‍යුත් චුම්බක ක්ෂේත්‍ර සීමාකරමින් නව මාර්ගෝපදේශ නිකුත්කර ඇත. මෙම මාර්ගෝපදේශ මගින් 5G තාක්ෂණ ඇතුළු බොහෝ යෙදවුම් ආවරණය කරයි.

පොදු ජනතාව මිනිත්තු 30 කට වඩා වැඩි කාලයක් මුළු සිරුරම විද්‍යුත් චුම්බක ක්ෂේත්‍රයකට නිරාවරණය වීම සඳහා වන සීමා මට්ටම 01 වගුවෙහි

වගුව 01 - පොදු ජනතාව මිනිත්තු 30 කට වඩා විද්‍යුත් චුම්බක ක්ෂේත්‍රයකට නිරාවරණය වීමේ සීමා මට්ටම්

සංඛ්‍යාත පරාසය	පතන ජව ඝනත්වය S_{inc} (W/m^2)
400 MHz සිට 2 GHz	$\frac{f}{200} W/m^2$; එහි f යනු MHz සංඛ්‍යාතයය
2 GHz සිට 300 GHz	$10\, W/m^2$

දක්වා ඇත. එය උපුටා ගනු ලැබුයේ අයනීකරණය නොවන විකිරණයන්ගෙන් ආරක්ෂාව පිළිබඳ ජාත්‍යන්තර කොමිසම ප්‍රකාශයට පත්කළ නව මාර්ගෝපදේශ වෙතිනි.

2වන වගුවෙහි දැක්වෙනුයේ පොදු මහජනතාව මිනිත්තු 6කට වඩා වැඩි කාලයක් දේශිය වශයෙන් විද්‍යුත් චුම්බක විකිරණ ලක්වීමේ සීමා නිශ්චිතයන්ය. මෙයද අයනීකරණය නොවන විකිරණයන්ගෙන් ආරක්ෂාව පිළිබඳ ජාත්‍යන්තර කොමිසමෙහි නව මාර්ගෝපදේශයන්ගෙන් උපුටා ගනු ලැබුවකි.

වගුව 02 - පොදු ජනතාව මිනිත්තු 6කට වඩා වැඩි කාලයක් දේශිය වශයෙන් විද්‍යුත් චුම්බක විකිරණවලට ලක්වීමේ සීමා නිශ්චය

සංඛ්‍යාත පරාසය	පතන ජව ඝනත්වය S_{inc} (W/m^2)
400 MHz -2 GHz	$0.058 f^{0.86}$; එහි f යනු MHz සංඛ්‍යාතයය
2 GHz – 6 GHz	$40\, W/m^2$
6 GHz – 300 GHz	$\frac{55}{f^{0.177}}$; එහි f යනු GHz සංඛ්‍යාතයය
300 GHz	$20\, W/m^2$

ශ්‍රී ලංකාවේ විදුලි සංදේශ නියාමන කොමිසම, විද්‍යුත් චුම්බක විකිරණය සීමාකිරීම සඳහා අයනීකරණය නොවන විකිරණයන්ගෙන් ආරක්ෂාව පිළිබඳ ජාත්‍යන්තර කොමිසමේ මාර්ගෝපදේශ පිළිගෙන ඇත. එබැවින් විදුලි සංදේශ සේවා සපයන්නවුන්, විද්‍යුත් චුම්බක තරංග ජවඝනත්වය, අයනීකරණය නොවන විකිරණයන්ගෙන් ආරක්ෂාව ජාතික කොමිසම මගින් නිර්වචනය කර ඇති සීමාවන් තුළ පවතින බවට වගබලා ගත යුතුය.

ගුවන්විදුලි සහ ක්ෂුද්‍ර තරංග සංඛ්‍යාත, එක්ස් කිරණ හා ගැමා කිරණ වැනි අයනීකරණ විකිරණයන්ට වඩා ඉතා පහළ මට්ටමකින් පවතින අතරම ඒවායෙහි සම්ප්‍රේෂණ ජවයද නියාමන ආයතන මගින් සීමා කිරීමට ලක්කර ඇත. එබැවින් ඒවා සතුව මිනිස් සිරුරෙහි අයනීකරණ පරමාණු හෝ අණුක බන්ධන බිඳ දැමීමට තරම් සමත්වන ශක්ති ප්‍රමාණයක් නොමැත. විද්‍යුත් චුම්බක විකිරණ මගින් පිළිකා, විද්‍යුත් අති සංවේදිතාව සහ මඳ සරුබව ආදි අහිතකර සෞඛ්‍ය තත්වයන් ඇතිකරන බව ස්ථිර වශයෙන්ම නිගමනය කළ හැකි සාක්ෂි හෙළිදරව් වී ඇත. කෙසේවෙතත් kHz 100 ඉක්මවන විට තාප බලපෑම් ද ඇතිවෙයි. අයනීකරණය නොවන විකිරණයන්හී බලපෑම පිළිබඳ අධ්‍යන සිදුකරමින් පවතින අතර ඒවායේ සෞඛ්‍ය බලපෑම් ඇතිවීම් පිළිබඳව අවබෝධයක් ඇති කර ගැනීමට මෙන්ම එවැනි තත්වයක් පවතීනම් පිළිපැදිය යුතු උචිත මාර්ගෝපදේශ හා සම්මත සංවර්ධනය කිරීමට තවත් කාලයක් ගතවනු ඇත. එබැවින් තාක්ෂණයේ ඵල - ප්‍රයෝජන භුක්ති විඳිමින් අනවශ්‍ය ලෙස එයට නිරාවරණය වීම අඩුකිරීම සඳහා නව්‍ය විසඳුම් සංවර්ධනය කිරීම විචක්ෂණශීලීය. එවැනි විසඳුම් විදුලි සංදේශ සේවා සපයන්නවුන්ට සහ ඒවා භාවිත කරන පුද්ගලයන් දෙපාර්ශවයටම ආකර්ෂණීය වීමද අවශ්‍යය.

ආචාර්ය කේ. අහිලන්
කථිකාචාර්ය
විදුලි හා ඉලෙක්ට්‍රොනික ඉංජිනේරු දෙපාර්තමේන්තුව
ඉංජිනේරු පීඨය
යාපනය විශ්ව විද්‍යාලය