

**Elektromagnētiskā starojuma ietekmes
novērtējums plānotajam vēja
elektrostaciju parkam
„Laflora”
(Līvbērzes pagasts Jelgavas novads)**

SIA „ELLE” uzdevumā sagatavoja SIA „INSALVO”

SATURS

- 1. Informācija par elektromagnētiskajiem laukiem**
- 2. Normatīvie akti saistībā ar elektromagnētiskā lauka iedarbību**
- 3. Pieejamā informācija par vēja elektrostaciju radīto elektromagnētisko lauku**
- 4. Informācija saistībā ar plānotā vēja elektrostaciju parka „Laflora” radīto elektromagnētisko lauku**

1. Informācija par elektromagnētiskajiem laukiem

Elektromagnētiskie lauki (EML) parasti nav redzami, nav dzirdami (lai gan augstsprieguma gaisvadu līnijas paaugstināta mitruma apstākļos koronas izlādes dēļ rada sadzirdamu troksni), nav saožami, nav sajūkami ar citiem maņu orgāniem (izņēmums ir elektriskā izlāde, pieskaroties izolētam strāvu vadošam priekšmetam, kas atrodas palielinātas intensitātes elektriskajā laukā). Lai arī ir avoti, piem., elektropārvades līnijas (EPL), kas parasti darbojas nepārtraukti, tomēr ir pietiekoši izslēgt enerģijas pievadi (piem., pārraut EPL vadus), lai elektromagnētiskie lauki pazustu.

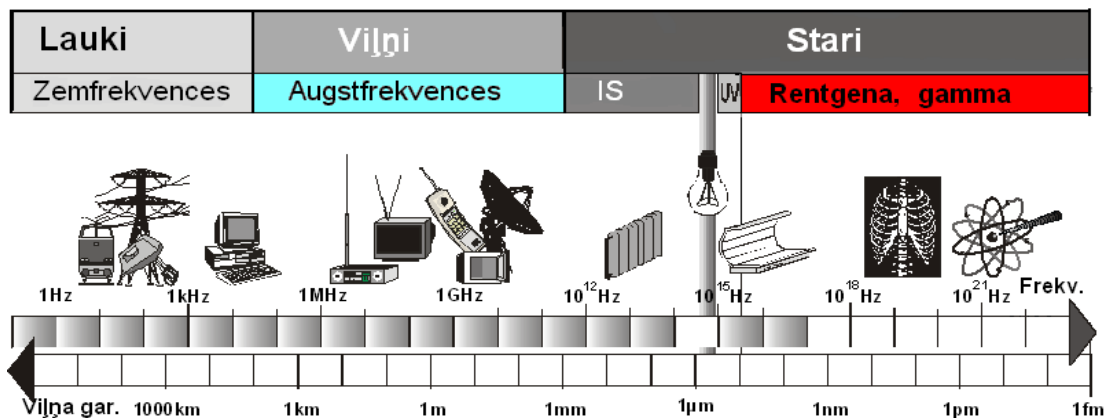
Pakļautība zema līmeņa EML uzreiz nerezultējas nevēlamos efektos. Pašreizējā zinātnes attīstības līmenī nav skaidri zināms, vai pie nelieliem EML līmeņiem šādi efekti vispār eksistē, taču ja arī pastāvētu, tad lielā latentā perioda dēļ, izpaušmes varētu būt grūti viennozīmīgi saistīt ar zema līmeņa EML iedarbību, kas notikusi kaut kad iepriekš, izslēdzot citus iespējamus seku rašanās cēloņus.

Jāatceras, ka arī veikt EML mērījumus nemaz nav tik vienkārši, jo ir ļoti viegli iegūt nepareizu rezultātu, ja izmanto neatbilstošu aprīkojumu vai arī ja neievēro prasības mērīšanai. Tāpēc EML būtu jāmēra tikai kvalificētiem speciālistiem, kas pārzina, gan EML dabu, gan arī konkrētās mēriekārtas lietošanas nosacījumus. Protams, ka mēriekārtai būtu jābūt piemērotai un kalibrētai, ievērojot spēkā esošo harmonizēto standartu nosacījumus.

Elektroenerģijas plašā pielietošana daudzās mūsdienu dzīves jomās (rūpniecībā, transportā un mājsaimniecībā utt.) un ar to saistītā nepieciešamās elektroenerģijas ieguve un pārvade, fiksētie un dažādie bezvadu sakaru, radio, TV un radiolokācijas pielietojumi, kā arī medicīniskā diagnostika un terapija, kas izmanto dažāda veida elektriskos, magnētiskos un elektromagnētiskos laukus, ir papildus nākusi klāt vienmēr vidē ap mums esošajiem elektriskajiem, magnētiskajiem un elektromagnētiskajiem laukiem (Zemes magnētiskais lauks (Latvijā apmēram 51 μ T), dabiskie elektriskie lauki, kas, lai arī kvazistatiski, tomēr var mainīties par vairākām kārtām (no 200 -500 V/m parastā dienā, kad sauli reizēm aizsedz mākoņi, līdz pat 20 kV/m un vairāk negaisa laikā), kosmiskas izcelsmes magnētiskās vētras, kosmiskas izcelsmes radioviļņi, infrasarkanais un ultravioletais starojums, kā arī redzamā gaisma, kosmiskas un zemes izcelsmes jonizējošais starojums). Viens no mūsdienu mobilitātes blakusefektiem arī ir dažāda lieluma elektriskie un magnētiskie lauki, ko var radīt ne tikai elektroauto, kas pagaidām vēl ir salīdzinoši nelielā skaitā, bet arī parastie auto ar fosilā kurināmā dzinēju, ja vien izpildās daži nosacījumi – piemēram riepās tiek izmantots feromagnētiska materiāla kords. Arī dzīvās būtnes, tai skaitā arī cilvēks, rada elektriskos un magnētiskos laukus, tikai to intensitāte parasti nav liela, izņemot dažas eksotiskas sugas (piem., elektriskie zuši).

To, ka ļoti lielas enerģijas elektromagnētiskais starojums var būt bīstams, cilvēki saprata visai drīz pēc elektroenerģijas praktiskas izmantošanas sākuma, vispirms jau saistībā ar rentgenstaru iekārtu un radioizotopu izmantošanu. Tāpēc drošības prasības vispirms parādījās tieši attiecībā uz elektromagnētiskā starojuma spektra daļu, kas pārnes lielāku enerģiju – jonizējošo starojumu.

Kā redzams attēlā 1.1., terminu „lauki” parasti attiecina uz ļoti zemas frekvences (jeb ļoti liela viļņa garuma) elektrisko lādiņu iedarbības izpaušmēm. Svarīgi atzīmēt, ka ļoti zemas frekvences elektriskie un magnētiskie lauki ikdienas pielietojuma vajadzībām praktiski ir uzskatāmi par savstarpēji neatkarīgiem. Tomēr tā tas nav pie frekvencēm, kas ir megahercu (MHz) un (GHz) diapazonā, tāpēc tad var runāt par viļņiem, bet sākot ar infrasarkanā starojumu – par starojumu, kurā aizvien nozīmīgāku izpaušmi rod starojuma korpuskulārā daba. Tomēr jāapzinās, ka šāds iedalījums, protams, ir nosacīts, ko lieto labākas saprotamības un ērtības dēļ.



1.1. attēls. Elektromagnētiskā starojuma skala¹

Saskaņā ar plaši izmantoto elektromagnētiskā starojuma klasifikāciju, rūpnieciskā 50 Hz frekvence ietilpst tā dēvētajās ekstremāli zemās frekvencēs (ELF – no angļu - *Extremely Low Frequency*).² Būtiski neaizmirst, ka visur, kur tiek izmantota elektroenerģija, rodas elektriskie un magnētiskie lauki, kas pie zemām frekvencēm var eksistēt tikai ciešā saistībā ar elektriskā vai attiecīgi magnētiskā lauka avotu, un kuri strauji samazinās, pieaugot distancei no šī EML avota, savukārt, ja frekvence ir lielāka par 30 kHz, tad jau iespējams runāt par elektromagnētisko viļņi, kurš var atdalīties no tā avota un pat pēc tā izslēgšanas turpināt izplatīties (to izmanto radio un TV, kā arī modernajās sakaru sistēmās un radiolokācijā).

Latvijā, tāpat kā pārējās Eiropas valstīs, rūpniecībā un arī sadzīves elektroaparātūras darbināšanai pārsvarā tiek izmantota 50 Hz elektriskā strāva. Augstsprieguma elektropārvades līnijās Eiropā pamatā tiek izmantota 50 Hz trīsfāzu maiņstrāva, kas pēc tam tuvāk gala patērētājiem transformatorus tiek pārvērsta zemāka sprieguma (parasti trīsfāzu gadījumā 400V) strāvā, kaut arī iespējami arī citādi risinājumi, piemēram, elektrovilcienu satiksmē Latvijā pagaidām tiek izmantota 3000 V līdzstrāva, , Lietuvā – 25 kV maiņstrāva, Vācijā, Austrijā, Šveicē, Zviedrijā un Norvēģijā - 15 kV 16.7 Hz maiņstrāva, bet Ziemeļamerikā elektroenerģijas tīkla frekvence ir 60Hz.

Tā kā elektroenerģijas ražošanas vietas ne vienmēr sakrīt ar tās patērēšanas vietām, tad ir nepieciešamība to pārvadīt no ražošanas vietas līdz patērētājiem. To izdevīgāk veikt ar lielāku spriegumu. Sprieguma paaugstināšanai ir arī otrs ļoti būtisks iemesls – pie vienādas jaudas jo augstāks spriegums, jo mazāka strāva un, līdz ar to, arī tās radītais magnētiskais lauks. Protams, vienlaicīgi attiecīgi palielinās elektriskais lauks, taču tas nav tik būtiski, jo, saistībā ar elektrisko un magnētisko lauku iespējamo iedarbību uz cilvēku, dažādu apstākļu dēļ, pie zemajām frekvencēm noteicošā ir tieši magnētiskā lauka iedarbība. Elektrisko lauku arī ir salīdzinoši vienkārši ekranēt, taču magnētiskais lauks lielākajai daļai materiālu, arī ēkām utt. „iet cauri” būtiski nepavājinoties.

Elektrisko lauku raksturo ar tā intensitāti – tas ir vektoriāls lielums, kas raksturo spēka lielumu un virzienu, kas šajā laukā iedarbojas uz elektriski lādētu daļiņu, neatkarīgi no tās kustības. Parasti elektriskā lauka intensitāti apzīmē ar E, vai, ja vēlas īpaši norādīt, ka tas attiecas uz vektoru, tad izmanto treknrakstu - **E**. Elektriskā lauka intensitāti Latvijā pieņemtajā starptautiskajā mērvienību sistēmā SI mēra voltos uz metru (V/m). Ērtības labad bieži tiek izmantotas šīs vienības decimālie daudzskārtņi, piem., kV/m, kas ir 1000 V/m, vai arī mV/m, kas ir 0,001 V/m.

¹ Norbert Leitgeb „Strahlen, Wellen, Felder” München/Stuttgart Deutscher Taschenbuch Verlag/GeorgThiemeVerlag 1990., 310 S.

² Vadlīnijas Darba aizsardzības prasības nodarbināto aizsardzībai pret elektromagnētiskā lauka radīto risku darba vidē, Rīga 2006, LR Valsts darba inspekcija

Magnētisko lauku arī var raksturot ar tā intensitāti - vektoriālu lielumu, kas raksturo magnētisko lauku jebkurā telpas punktā. Parasti magnētiskā lauka intensitāti apzīmē ar H , vai, ja vēlas īpaši norādīt, ka tas attiecas uz vektoru, tad izmanto treknrakstu - **H**. Magnētiskā lauka intensitāti Latvijā pieņemtajā starptautiskajā mērvienību sistēmā SI mēra ampēros uz metru (A/m). Tomēr praksē magnētiskā lauka raksturošanai biežāk lieto magnētiskā lauka plūsmas blīvumu jeb magnētiskā lauka indukciju.

Magnētiskā lauka plūsmas blīvums (magnētiskā lauka indukcija) ir vektoriāls lielums, ko raksturo spēks, kas magnētiskajā laukā darbojas uz kustībā esošiem lādiņiem. Parasti magnētiskā lauka indukciju apzīmē ar B , vai, ja vēlas īpaši norādīt, ka tas attiecas uz vektoru, tad izmanto treknrakstu - **B**. Magnētiskā lauka indukciju Latvijā pieņemtajā starptautiskajā mērvienību sistēmā SI mēra teslās (T). Brīvā telpā (tātad gaisā) un bioloģiskos materiālos magnētiskā lauka indukcija (magnētiskā lauka plūsma) un magnētiskā lauka intensitāte var būt savstarpēji aizvietošanas, izmantojot sakarību $1 \text{ A/m} = 4 \pi \cdot 10^{-7} \text{ T}$. Šo izteiksmi parasti vienkāršo, noapaļojot sekojoši:

$$1 \text{ A/m} = 1.25 \mu\text{T}.$$

Tomēr jāatzīmē, ka saskaņā ar 2013. gada 29.oktobra MK noteikumiem Nr.1186 "Mērvienību noteikumi"³, korektais šī fizikālā lieluma nosaukums ir magnētiskās plūsmas blīvums.

Labākai elektriskās enerģijas ražošanā un pārvadē radušos elektriskā un magnētiskā lauku iedarbības konceptu izpratnei, nepieciešams pieminēt strāvas blīvumu, kas ir strāvas plūsma, kas plūst vadošā vidē caur tās plūšanas virzienam perpendikulāru šķērsriezuma laukuma vienību, piemēram, cilvēka ķermenī vai kādā tā daļā. Parasti aplūko tās strāvas blīvumu, kas tiek inducēta ārējā elektriskā vai magnētiskā lauka iedarbības iespaidā.

Strāvas blīvumu parasti apzīmē ar J un to izsaka ampēros uz kvadrātmetru (A/m²).

³ 2013.gada 29.novembra MK noteikumi Nr. 1186 „Mērvienību noteikumi”
<https://likumi.lv/doc.php?id=261495>

2. Normatīvie akti saistībā ar elektromagnētiskā lauka iedarbību

Latvijā kopš 2018.gada 1.novembra ir spēkā 2018. gada 16.oktobra MK noteikumi Nr. 637 „*Elektromagnētiskā lauka iedarbības uz iedzīvotājiem novērtēšanas un ierobežošanas noteikumi*”⁴ (turpmāk MK637), kas formāli pārņem Eiropas Padomes 1999. gada 12. jūlija Ieteikumā 1999/519/EK⁵ (turpmāk 1999/519) noteiktos ierobežojumus, kas savukārt balstās uz ICNIRP 1998. gada vadlīnijām⁶ (turpmāk ICNIRP98). Jāatzīmē, ka gan Veselības ministrija, gan arī tās pakļautībā un pārraudzībā esošās iestādes pirms MK637 stāšanās spēkā jau gadiem ilgi ir izmantojušas 1999/519, lai izvērtētu dažādu elektromagnētiskā lauka avotu ietekmi uz iedzīvotājiem, piem., saistībā ar mobilo sakaru bāzes staciju būvniecību un nodošanu ekspluatācijā. Savukārt 2019.gadā Veselības inspekcija jau pieprasīja, lai tiktu veikti magnētiskā lauka mērījumi pirms daļas no Kurzemes loka augstsprieguma elektropārvades līnijas pieņemšanas ekspluatācijā. Veselības inspekcija veica izvērtēšanu, vai mērījumu rezultāti ir zemāki par MK637 noteiktajiem mērķlielumiem.

Attiecībā uz nodarbinātajiem jau kopš 2016.gada 1.jūlija ir spēkā 2015.gada 13.oktobra MK noteikumi Nr.584 „*Darba aizsardzības prasības nodarbināto aizsardzībai pret elektromagnētiskā lauka radīto risku darba vidē*”⁷ (turpmāk MK584). Jānorāda, ka attiecībā uz zemajām frekvencēm MK584 jau tiek izmantota ICNIRP 2010. gada vadlīniju (turpmāk ICNIRP10) pieeja.⁸ Tomēr MK637, kā jau iepriekš tika norādīts, joprojām tiek izmantota ICNIRP98 pieeja. Līdz ar to attiecībā uz nodarbinātajiem pie 50 Hz frekvences ir iespējams pieļaut jau stipri augstākus elektriskā un it īpaši magnētiskā lauka līmeņus, salīdzinot ar tiem, kas tiek piemēroti, lai ierobežotu iedzīvotāju pakļautību elektriskajiem, magnētiskajiem un elektromagnētiskajiem laukiem.

2.1. tabula: ICNIRP98 pamatierobežojumi

Frekvences	[Inducētais] strāvas blīvums torsam, galvai (mA*m ⁻²)(rms)	SAR visam ķermenim (W/kg)	SAR lokāli galvai, torsam (W/kg)	SAR lokāli rokām, kājām (W/kg)	Jaudas blīvums W/m ²
Ierobežojumi strādājošajiem					
Līdz 1 Hz	40	-	-	-	
1- 4 Hz	40/f	-	-	-	
4 Hz – 1 kHz	10	-	-	-	
1-100 kHz	f/100	-	-	-	
100kHz-10MHz	f/100	0.4	10	20	
10MHz-10GHz	-	0.4	10	20	
10 GHz – 300 GHz	-	-	-	-	50

⁴ 2018.gada 16.oktobra MK noteikumi Nr. 637 „*Elektromagnētiskā lauka iedarbības uz iedzīvotājiem novērtēšanas un ierobežošanas noteikumi*”; <https://likumi.lv/ta/id/302355-elektromagnetiska-lauka-iedarbibas-uz-iedzivotajiem-novertesanas-un-ierobezosanas-noteikumi>

⁵ Eiropas Padomes 1999. gada 12. jūlija Ieteikums Nr. 1999/519/EK par ierobežojumiem elektromagnētisko lauku (no 0 Hz līdz 300 GHz) iedarbībai uz plašu sabiedrību)

⁶ International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (1998). Guidelines for limiting exposure in time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). Health Phys. 74, 494-522.ICNIRP

⁷ <https://likumi.lv/ta/id/277138-darba-aizsardzibas-prasibas-nodarbinato-aizsardzibai-pret-elektromagnetiska-lauka-radito-risku-darba-vide>

⁸ Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric and Magnetic Fields (1 Hz - 100 kHz). Health Physics 99(6):818-836; 2010

Frekvences	[Inducētais] strāvas blīvums torsam, galvai (mA*m ⁻²)(rms)	SAR visam ķermenim (W/kg)	SAR lokāli galvai, torsam (W/kg)	SAR lokāli rokām, kājām (W/kg)	Jaudas blīvums W/m ²
Robežvērtības iedzīvotājiem					
Līdz 1 Hz	8	-	-	-	
1- 4 Hz	8/f	-	-	-	
4 Hz – 1 kHz	2	-	-	-	
1-100 kHz	f/500	-	-	-	
100kHz-10MHz	f/500	0.08	2	4	
10MHz-10GHz	-	0.08	2	4	
10 GHz – 300 GHz	-	-	-	-	10

f- frekvence Hz; rms- vidējā kvadrātiskā vērtība (no angļu valodas root mean square)

No 2.1. tabulas redzams, ka frekvencēm līdz 10 MHz, ieskaitot 50 Hz, pamatierobežojumi jeb robežvērtības ICNIRP98 tiek noteiktas cilvēka ķermenī vai tā daļās inducēto strāvu blīvumam, lai primāri novērstu efektus, kas inducēto strāvu gadījumā varētu ietekmēt cilvēka organisma nervu sistēmas funkcionalitāti.

MK 637 (1999/519) no ICNIRP98 attiecībā uz pamatierobežojumiem iedzīvotājiem atšķiras tikai ar to, ka MK637 un Ieteikumā ir papildus noteikti ierobežojumi attiecībā uz statistiskiem magnētiskiem laukiem:

2.2. tabula. MK637 robežlielumi (Eiropas Padomes Ieteikums 1999/519/EK, pamatrobežlīmeņi)

Frekvences	Magnētiskās plūsmas blīvums (mT)	[Strāvas blīvums (mA*m ⁻²)(vkv)	SAR vidēji visam ķermenim (W/kg)	SAR galvai, rumpim (W/kg)	SAR rokām, kājām (W/kg)	Jaudas blīvums W/m ²
0	40	-	-	-	-	-
>0-1 Hz	-	8	-	-	-	-
1- 4 Hz	-	8/f	-	-	-	-
4 Hz – 1 kHz	-	2	-	-	-	-
1-100 kHz	-	f/500	-	-	-	-
100kHz-10MHz	-	f/500	0.08	2	4	-
10MHz-10GHz	-	-	0.08	2	4	-
10 – 300 GHz	-	-	-	-	-	10

Piezīmes:

1. *f- frekvence Hz,*

2. *vkv - vidējā kvadrātiskā vērtība jeb efektīvā vērtība (angļu valodā parasti lieto saīsinājumu rms)*

3. *Frekvencēm līdz 100 kHz strāvas blīvuma galotnes vērtību iegūst, reizinot vidējo kvadrātisko vērtību (vkv) ar $\sqrt{2}$ (~1,414). Impulsiem ar ilgumu t_p ekvivalento frekvenci aprēķina kā $f = 1/(2t_p)$.*

4. *Frekvencēm līdz 100 kHz un pulsējošiem magnētiskajiem laukiem strāvas blīvuma maksimumu, kas saistīts ar impulsiem, var aprēķināt pēc kāpuma/krituma laikiem un magnētiskās plūsmas blīvuma maksimālās izmaiņas lieluma.*

5. *Visas enerģijas īpatnējās absorbcijas ātruma (SAR) vērtības tiek vidējotas 6 minūšu periodā.*

6. *Lokalizētas iedarbības SAR nosaka vidējai audu masai 10 g (kompakta audu masa) ar samērā viendabīgu elektrovadāmību un kā iedarbības galīgo vērtību izvēlas šādi noteiktu maksimālo SAR vērtību.*

7. *Impulsveida iedarbībai frekvenču joslā no 0,3 GHz līdz 10 GHz un lokālai iedarbībai uz galvu (lai ierobežotu un izvairītos no dzirdes efektiem, ko rada audu termiskā izplešanās) nosaka papildu robežlielumu – enerģijas īpatnējā absorbcija (SA) nedrīkst pārsniegt 2 mJ/kg, kas vidējota 10 g audu..*

Kā var redzēt 2.1. un 2.2. tabulās, tad attiecībā uz 50 Hz frekvences elektriskajiem un magnētiskajiem laukiem MK637 nosaka šādus pamatierobežojumus: [ārējo elektromagnētisko lauku inducētās] strāvas blīvums nedrīkst pārsniegt 2 A/m², kas ir identisks 1999/519 norādītajam un atbilst ICNIRP98 pamatierobežojumam iedzīvotājiem, bet attiecībā uz nodarbinātajiem ICNIRP98 šis ierobežojums ir noteikts 5 reizes augstāks – 10 mA/m².

Turklāt jāievēro, ka sakarā ar to, ka cilvēka ķermenis nav elektriski viendabīgs, tad strāvas blīvuma efektīvajām vērtībām nepieciešams noteikt vidējo vērtību strāvas virzienam perpendikulārā 1 cm² lielā laukumā. Nevajadzētu aizmirst, ka principā robežlīmeņi darbiniekiem un iedzīvotājiem ir noteikti, vadoties no dažāda iedarbības ilguma – darbinieku gadījumā robežlīmeņi noteikti, vadoties no pieņēmuma, ka attiecīgie lauki iedarbosies uz personu līdz 8 stundām dienā (tātad Darba likumā norādīto normālo dienas darba laiku), bet attiecībā uz iedzīvotājiem, pieņemot, ka lauku iedarbības ilgums ir 24 stundas diennaktī, tātad nepārtraukti.

Jau EK 2008. gada ziņojumā COM(2008) 532⁹ ir norādīts, ka Latvija ir ieviesusi tāds pat ierobežojumus, kā noteikts Ieteikumā 1999/519. Tā kā informāciju EK tika sagatavojušas atbildīgās valsts institūcijas, tad ir skaidrs, ka tās jau toreiz, pirms vairāk kā 10 gadiem uzskatīja, ka Ieteikumā noteiktie ierobežojumi Latvijā ir spēkā, kaut arī tad vēl nebija pieņemti saistoši normatīvie akti. Tomēr tagad, līdz ar MK637 pieņemšanu un stāšanos spēkā, 1999/519 noteiktie ierobežojumi ir pieņemti arī formāli un iekārtu un objektu, kas izraisa elektromagnētiskos laukus, īpašnieki vairs nevar ignorēt tos un valsts uzraudzības iestādēm ir tiesības pieprasīt pierādīt atbilstību MK noteikumos noteiktajām prasībām. Par uzraudzību attiecībā uz ļoti zemas frekvences laukiem šajā dokumentā (COM(2008) 532) nekas nav minēts, tātad arī par to, vai zemas frekvences elektromagnētisko lauku avotu valdītāji, vai valsts uzraudzības iestādes veic kādus pasākumus, lai noskaidrotu elektromagnētiskā lauka līmeņu atbilstību 1999/519, atbildīgajām valsts institūcijām vai nu nekas nav bijis zināms, vai arī tās nav uzskatījušas par lietderīgu šo informāciju iesniegt EK. Tas atšķirās no situācijas augsto frekvenču diapazonā, attiecībā par ko ir norādīts, ka „Latvijā telekomunikāciju operatori periodiski veic uzraudzības pasākumus”. Tomēr jau 2019.gadā VI pieprasīja, lai pirms pieņemšanas ekspluatācijā tiktu veikti EML mērījumi jaunuzceltās augstsprieguma EPL tiešā tuvumā, kā obligātu nosacījumu pieņemšanai ekspluatācijā – tātad MK637 jau praksē tiek pielietots. Tātad MK637 ir instruments, ar kura palīdzību valsts uzraudzības iestādes ir ieguvušas tiesības pieprasīt atbilstības noteiktajiem ierobežojumiem pierādījumus. Ir loģiski, ka to vispirms dara attiecībā uz plānotajiem/jaunajiem elektriskā, magnētiskā un

⁹ Eiropas Kopienų Komisija, COM(2008) 532 galīgā redakcija, Komisijas ziņojums par to, kā tiek īstenots Padomes 1999. gada 12. jūlija Ieteikums Nr. 1999/519/EK par ierobežojumiem elektromagnētisko lauku (no 0 Hz līdz 300 GHz) iedarbībai uz plašu sabiedrību, Otrais ieviešanas ziņojums 2002 – 2007

elektromagnētiskā lauka avotiem, kaut arī nav nekādu šķēršļu, lai tiktu pieprasīts pierādīt arī jau esošo avotu atbilstību noteiktajām prasībām, veicot praktiskus mērījumus, piemēram attiecībā uz virkni privāto elektrostaciju, kas pieslēgtas publiskajam energotīklam

Tā kā pamatierobežojumā noteikto strāvas blīvumu (pie tam tikai tās strāvas, kas inducējusies ārējā elektromagnētiskā lauka iedarbības rezultātā dzīva cilvēka ķermenī) tieši nomērīt varētu būt visai problemātiski, tad gan ICNIRP98, gan 1999/519 ir dotas tā sauktās references vērtības (turpmāk tekstā – references vērtības). MK637 šīs vērtības tiek sauktas par elektromagnētiskā lauka starojuma mērķlielumiem.

2.3. tabula: Elektromagnētiskā lauka starojuma mērķlielumi atbilstoši MK637 (references vērtības, kas 1999/519 dotas attiecībā uz plašu sabiedrību (atbilst ICNIRP98 tabulai 7)) Viendabīga lauka vidējās kvadrātiskās vērtības (vkv) diapazonā no 0 Hz līdz 300 GHz

Frekvenču josla	Elektriskā lauka intensitāte (V/m)	Magnētiskā lauka intensitāte (A/m)	Magnētiskās plūsmas blīvums (μT)	Ekvivalenta plakanviļņu jaudas blīvums (W/m ²)
0-1 Hz	-	3.2×10^4	4×10^4	-
1-8 Hz	10000	$3.2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^4/f^2$	-
8-25 Hz	10000	$4000/f$	$5000/f$	-
0.025-0.8 kHz	$250/f$	$4/f$	$5/f$	
0.8-3 kHz	$250/f$	5	6.25	
3-150 kHz	87	5	6.25	
0.15-1 MHz	87	$0.73/f$	$0.92/f$	
1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	$0.73/f$	$0.92/f$	
10-400 MHz	28	0.073	0.092	2
400-2 000 MHz	$1,375 f^{1/2}$	$0.0037f^{1/2}$	$0.0046f^{1/2}$	$f/200$
2-300 GHz	61	0.16	0.20	10

Piezīmes:

- f* – frekvence (mērvienība norādīta ailē "Frekvenču josla").
- Frekvenču joslā no 100 kHz līdz 10 GHz elektriskā un magnētiskā lauka intensitātes un magnētiskās plūsmas blīvums, kā arī jaudas blīvums jāvidējo 6 minūšu periodā. Frekvencēm, kas pārsniedz 10 GHz, vidējošana jāveic $68/f^{1.05}$ minūšu periodā (*f* izteikta GHz).
- Impulsveida elektriskā un magnētiskā lauka intensitātes un magnētiskās plūsmas blīvuma galotnes vērtības iegūst, izmantojot šādas formulas:
 - frekvencēm līdz 100 kHz – reizinot attiecīgās vkv vērtības ar $\sqrt{2}$ (~1,414). Impulsiem ar ilgumu t_p ekvivalento frekvenci aprēķina kā $f = 1/(2t_p)$;
 - frekvenču joslā no 100 kHz līdz 10 MHz – reizinot attiecīgās vkv vērtības ar 10^α , kur $\alpha = (0,665 \log(f/10^5) + 0,176)$ un *f* ir izteikta Hz;
 - frekvenču joslā no 10 MHz līdz 300 GHz – reizinot attiecīgās vkv vērtības ar 32.
- Frekvencēm līdz 110 MHz nosaka papildu vērtības, lai izvairītos no riskiem, ko rada kontaktstrāvas.

Izmantojot tabulu 2.3. nav sarežģīti izrēķināt, ka pie 50 Hz elektromagnētiskā lauka mērķlieluma skaitliskā vērtība iedzīvotājiem elektriskajam laukam ir **5000 V/m** jeb **5 kV**, bet magnētiskajam laukam **100 μT**. Taču jāatceras, ka šie lielumi, kā liecina jau nosaukums, nav jāsaprot kā robežvērtības, kuru pārsniegšana nav pieļaujama - tie ir tikai līmeņi, kuru sasniegšana un pārsniegšana norāda uz nepieciešamību pārliicināties, vai viss ir kārtībā ar pamatierobežojumu (robežlielumu) ievērošanu.

Veicot aprēķinus, izmantojot FEM metodi (uz ko ir dota atsauksme standartā LVS EN 50499 *Elektromagnētisko lauku iedarbības uz darbiniekiem novērtēšanas procedūra*)¹⁰, var iegūt, ka faktiskie ārējo lauku lielumiem vajadzētu būt būtiski lielākie, lai ķermenī inducētās strāvas sasniegtu robežlielumos noteikto vērtību. Rezultātu apkopojums par robežlielumu pie 50 Hz, mērķlielumu vērtībām un elektrisko un magnētisko lauku vērtībām, kas faktiski atbilst elektromagnētiskā lauka starojuma robežlielumam, dots 2.4. tabulā.

2.4. tabula. Aprēķinātās elektromagnētiskā lauka starojumam robežlielumam atbilstošās elektriskā un magnētiskā lauka vērtības, kā arī robežlielums un atbilstošie elektromagnētiskā lauka starojuma mērķlielumi 50 Hz gadījumā¹¹

Robežlielums: Elektromagnētiskā lauka inducētās strāvas plūsmas caur cilvēka ķermeņa laukuma vienību perpendikulāri tai, vidējā kvadrātiskā vērtība 2 mA m^{-2}	
Magnētiskais lauks	Elektriskais lauks
Mērķlieluma vērtība ¹² : 100 μT reālais ārējais lauks, kas patiesībā vajadzīgs, lai cilvēkā sasniegtu strāvas blīvuma vidējo kvadrātisko vērtību 2 mA/m^2 , kas atbilst robežlielumam: 360 μT	Mērķlielums ¹³ : 5 kV/m Reālais ārējais lauks, kas patiesībā vajadzīgs, lai cilvēkā sasniegtu strāvas blīvumu, kas atbilst robežlielumam: 9.2 kV/m

Tātad reāli 50 Hz gadījumā robežlielums 2 mA/m^2 netiktu pārsniegts pat tad, ja mērķlielumi būtu pārsniegti attiecībā uz magnētisko lauku vairāk kā 3 reizes, bet attiecībā uz elektrisko lauku tuvu pie 2 reizēm.

Savukārt attiecībā uz strādājošajiem, MK584 pie zemajām frekvencēm balstās uz atšķirīgu pieeju (ES direktīva 2013/35/ES un pastarpināti arī ICNIRP10) un tur ir noteiktas gan 2 atšķirīgas robežvērtības, gan arī attiecīgi augstas un zemas darbības vērtības

2.5. tabula. Ekspozīcijas robežvērtības attiecībā uz iekšējā elektriskā lauka intensitāti dažādos frekvenču diapazonos attiecībā uz nodarbinātajiem

Nr.p. k.	Frekvenču diapazons	ER (maksimumvērtība)
1.	ER saistībā ar ietekmi uz veselību attiecībā uz iekšējā elektriskā lauka intensitāti frekvenču diapazonā no 1 Hz līdz 10 MHz	
1.1.	$1 \text{ Hz} \leq f^* < 3 \text{ kHz}$	1,1 V/m
1.2.	$3 \text{ kHz} \leq f \leq 10 \text{ MHz}$	$3,8 \times 10^{-4} f \text{ V/m}$
2.	ER saistībā ar ietekmi uz maņu orgāniem attiecībā uz iekšējā elektriskā lauka intensitāti frekvenču diapazonā no 1 Hz līdz 400 Hz	
2.1.	$1 \text{ Hz} \leq f < 10 \text{ Hz}$	$0,7/f \text{ V/m}$
2.2.	$10 \text{ Hz} \leq f < 25 \text{ Hz}$	$0,07/f \text{ V/m}$
2.3.	$25 \text{ Hz} \leq f \leq 400 \text{ Hz}$	$0,0028/f \text{ V/m}$

Piezīme. * *Ar f apzīmē frekvenci, izteiktu hercos (Hz).*

¹⁰ LVS EN 50499 Elektromagnētisko lauku iedarbības uz darbiniekiem novērtēšanas procedūra

¹¹ P.J.Dimbylow *Finite difference calculations of current densities in a homogeneous model of a man exposed to extremely low frequency electric fields* Bioelectromagnetics [Volume 8, Issue 4](#), pages 355–375, 1987.

¹² Skat. atsauci 4

¹³ Skat. atsauci 4

2.6. tabula Elektrisko lauku iedarbībai uz nodarbinātajiem noteiktās darbības vērtības diapazonā no 1 Hz līdz 10 MHz

1. Elektrisko lauku iedarbībai noteiktās DV			
Nr. p. k.	Frekvenču diapazons	Elektrisko lauku zemas intensitātes DV (E) [V/m] (RMS)	Elektrisko lauku augstas intensitātes DV (E) [V/m] (RMS)
1.1.	$1 \leq f^* < 25$ Hz	$2,0 \times 10^4$	$2,0 \times 10^4$
1.2.	$25 \leq f < 50$ Hz	$5,0 \times 10^5/f$	$2,0 \times 10^4$
1.3.	$50 \text{ Hz} \leq f < 1,64$ kHz	$5,0 \times 10^5/f$	$1,0 \times 10^6/f$
1.4.	$1,64 \leq f < 3$ kHz	$5,0 \times 10^5/f$	$6,1 \times 10^2$
1.5.	$3 \text{ kHz} \leq f \leq 10$ MHz	$1,7 \times 10^2$	$6,1 \times 10^2$
	50 Hz	10kV	20 kV

Piezīme. * Ar f apzīmē frekvenci, izteiktu hercos (Hz).

2.7. tabula Magnētisko lauku iedarbībai uz nodarbinātajiem noteiktās darbības vērtības diapazonā no 1 Hz līdz 10 MHz

Magnētisko lauku iedarbībai noteiktās DV				
Nr. p. k.	Frekvenču diapazons	Magnētiskā indukcija (zema DV) [μ T] (EV)	Magnētiskā indukcija (augsta DV) (B) [μ T] (EV)	Magnētiskās indukcijas DV saistībā ar lokalizēta magnētiskā lauka ietekmi uz rokām un kājām [μ T] (EV)
2.1.	$1 \leq f < 8$ Hz	$2,0 \times 10^5/f^2$	$3,0 \times 10^5/f$	$9,0 \times 10^5/f$
2.2.	$8 \leq f < 25$ Hz	$2,5 \times 10^4/f$	$3,0 \times 10^5/f$	$9,0 \times 10^5/f$
2.3.	$25 \leq f < 300$ Hz	$1,0 \times 10^3$	$3,0 \times 10^5/f$	$9,0 \times 10^5/f$
2.4.	$300 \text{ Hz} \leq f < 3$ kHz	$3,0 \times 10^5/f$	$3,0 \times 10^5/f$	$9,0 \times 10^5/f$
	50Hz	1000 μT = 1 mT	6000 μT = 6 mT	18000 μT = 18 mT

Piezīme. * Ar f apzīmē frekvenci, izteiktu hercos (Hz).

Tātad 50 Hz gadījumā attiecībā uz strādājošajiem darbības vērtības pieļaujamas pat 60 reižu augstākas par MK637 norādītajiem mērķlielumiem iedzīvotājiem (attiecībā uz magnētisko lauku). Tomēr jāatceras, ka darbības vērtības attiecībā uz strādājošajiem ir noteiktas, pieņemot, ka šīs salīdzinoši lielās darbības vērtības iedarbojas uz organismu būtiski mazāku laiku nekā laiks, kurā tiek pieļauta MK637 dotos mērķlielumus nepārsniedzīgi lauku iedarbība uz iedzīvotājiem, neradot kaitējumu to veselībai.

3. Pieejamā informācija par vēja elektrostaciju radīto elektromagnētisko lauku un sadzīves elektroierīču radītiem laukiem

Iepazīstoties ar situāciju, nācās konstatēt, ka ir pieejams salīdzinoši maz informācijas par VES parku radīto elektromagnētisko lauku. Daļēji tas varētu būt saistīts ar to, ka sākotnēji VES parkos tika uzstādītas salīdzinoši mazjaudīgas VES (piemēram, VES parkā Grobiņas tuvumā vienas atsevišķas VES nominālā jauda ir tikai 0,6 MW). Kā papildus iemesls varētu būt tas, ka nevar izslēgt, ka nereti VES parku attīstītāji varētu būt ierakuši pazemes elektrokabeļus dziļāk, nekā tas minimāli būtu nepieciešams. Rezultātā situācija izveidojās tāda, ka vairumā gadījumu elektromagnētiskie lauki, kas varētu rastos vai rodas VES parku attīstības rezultātā, tika uzskatīti par ne visai būtiskiem, salīdzinot tiem laukiem, kuru rašanās ir saistīta ar jaudīgu augstsprieguma elektropārvades līniju izmantošanu un maiņsprieguma izmantošanu dzelzceļa vilkmes nodrošināšanā, ko apliecina arī tas, ka 128 lappušu apjomīgajā Vācijas Federālās starojuma aģentūras izvērtējumā tie pat nav pieminēti¹⁴. Ne mazāk būtiski varētu būt arī tas, ka gaisvadu EPL visi redz un lai pamatotu savu subjektīvo nepatiku pret šo vizuālo elementu, vēršanās pret EPL radīto elektromagnētisko lauku dažiem varētu šķist pamatotāka, nekā iebildumi pret ierastās ainavas izmaiņām. Savukārt pazemes kabeļus cilvēki neredz. Tāpēc, lai arī par VES parku ietekmi uz vidi ir daudz publikāciju, pārsvarā tās apskata citus iespējamus ietekmes uz vidi aspektus.

Viens no pirmajiem publicētajiem darbiem saistībā ar elektromagnētisko lauku VES tuvumā ir M. Israela (Michel Israel) vadītās Bulgārijas pētnieku grupas darbs Israel M et al. (2011): *Electromagnetic fields and other physical factors around wind power generators (pilot study)*¹⁵. Šajā darbā veikti magnētiskā lauka plūsmas blīvuma mērījumi 2 līdz 3 m attālumā no VES torņa, galvenokārt virs 33 kV pazemes kabeļa, 1,2 līdz 1,8 m augstumā virs zemes. Iegūtie rezultāti ir no 13,3 līdz 18 nT, tātad vairāk kā 5000 reīzu mazāki par 1999/519 noteikto references vērtību, kas kā mērķlielums pārņemta MK637 - 100µT. Jāatzīmē, ka parasti gan elektrisko lauku, gan arī magnētisko lauku mēra standarta 1 m augstumā virs zemes līmeņa, neatkarīgi no tā, vai tiek mērīts gaisvadu elektropārvades līnijas elektriskais un magnētiskais lauks, vai magnētiskais lauks, ko rada pazemes kabeļi. Kā jau iepriekš norādīts, pazemes kabeļu gadījumā tie praktiski nerada elektrisko lauku, ko parādīja arī Israela vadītās pētnieku grupas elektriskā lauka kontrolmērījums, kas nesasniedza pat 20 V/m. Iespējams, ka šajā gadījumā pētnieki vairāk interesējušies par magnētisko lauku, ko rada strāvas kabelis, kas iet pa VES torni, nevis par EML no pazemes kabeļiem.

Nākošais darbs, kurā sniegti arī mērījumu rezultāti, ir bieži citētais pētnieku grupas ap Lindseju Makkalumu (Lindsay McCallum) darbs par EML mērīšanu VES parka tuvumā Kanādā¹⁶. Darbs balstās uz 2013.gada 29. un 30.jūlijā veiktiem vairāk kā 600 magnētiskā lauka plūsmas blīvuma mērījumiem Kingsbridžas (Kingsbridge) vēja parkā un tā tuvumā.

¹⁴ Bornkessel, Christian Schubert, Markus Wuschek, Matthias Brüggemeyer, Hauke Weiskopf, Daniela Systematische Erfassung aller Quellen nichtionisierender Strahlung, die einen relevanten Beitrag zur Exposition der Bevölkerung liefern können Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)

¹⁵ Israel M et al. (2011): [Electromagnetic fields and other physical factors around wind power generators \(pilot study\)](#). *The Environmentalist* June 2011, Volume 31, [Issue 2](#), pp 161–168

¹⁶ [McCallum LC et al. \(2014\): Measuring electromagnetic fields \(EMF\) around wind turbines in Canada: is there a human health concern?](#) *Environmental Health* 2014, **13**:9

Iegūtie rezultāti jau 2-3 m attālumā no VES torņiem parādīja, ka magnētiskā lauka plūsmas blīvums bija ap $0,03 \mu\text{T}$, bet pie paša torņa sasniedza tikai $0,1 \mu\text{T}$. Interesanti, ka šis pētījums parādīja, ka magnētiskais lauks praktiski nemainījās atkarībā no tā, vai VES ģenerēja elektrību, vai arī izmantoja tīkla enerģiju savu sistēmu uzturēšanai. Šajā darbā pētnieki mērījumus veica starptautiski pieņemtajā standartizētajā 1 m augstumā virs zemes līmeņa, kā parasti tiek mērīts arī gaisvadu elektropārvades līniju radītais elektriskais un magnētiskais lauks.

Lai gūtu tiešāku izpratni par magnētiskajiem laukiem virs pazemes kabeļiem, kas tiek izmantoti enerģijas pārvadei no VES līdz publiskajam operatoram, novērtējuma autors SIA INSALVO ierosināja veikt dažus magnētiskā lauka mērījumus Grobiņas vēja parkā. Kā jau minēts, tad tur esošās VES ir ar būtiski mazāku jaudu, nekā SIA Laflora plānotajā vēja parkā kūdras purvā Jelgavas novada Līvberzes pagastā.



Attēls 3.1. Skats uz Grobiņas VES parka daļu. Attēla vidū redzams pazemes kabeļa marķējums, kura tuvumā tika veikts pirmais magnētiskās plūsmas blīvuma mērījums ($10,53 \text{ nT}$)

Magnētiskā lauka mērījumi Grobiņas vēja parkā tika veikti 2019.gadā. Mērījumi tika veikti 1 m augstumā virs skaidri norādītām pazemes kabeļu atrašanās vietām. Mērījumiem tika izmantots kalibrēts instruments Spectran NF-5035 Nr. 01466. Tika iegūts, ka virs viena kabeļa magnētiskā lauka plūsmas blīvums bija $10,53 \text{ nT}$, bet virs otra – 49 nT . Tika veikti arī mērījumi 1 m no VES torņa: ieejas pusē tika iegūts rezultāts $20,17 \text{ nT}$, bet torņa pretējā pusē rezultāts jau bija ar kārtu pT. Diemžēl nebija precīzas informācijas par kabeļa dziļumiem, uz attēlā esošā marķējuma stabiņa bija norādīts, ka kabeļa dziļums $0,7 \text{ m}$, bet nevar izslēgt iespēju, ka tas varētu būt arī lielāks. Nebija arī informācijas par izmantotajiem kabeļiem un VES jaudu mērījumu veikšanas laikā, tomēr iespējams pieļaut, ka mērījumu veikšanas laikā tuvāk esošās VES darbojās jaudas ģenerēšanas režīmā, jo to lāpstiņas nebija apturētas. Iegūtie reālie rezultāti parādīja, ka līdzīgi kā Bulgārijā un Kanādā magnētiskā lauka plūsmas blīvums bija ne tikai daudzkārt mazāks par Latvijā ar MK637 noteikto mērķlielumu frekvencei 50Hz , bet pat mazāks par piesardzības sliekšni, kas noteikts vadoties no epidemioloģiskajiem pētījumiem, ko akceptē arī PVO aģentūra IARC¹⁷.

Salīdzinājumam zemāk dota tabula ar dažādu sadzīves elektroierīču laukiem:

¹⁷ IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Volume 80 (2002) Non-Ionizing Radiation, Part 1: Static and Extremely Low-Frequency (ELF) Electric and Magnetic Fields, 429 pages)

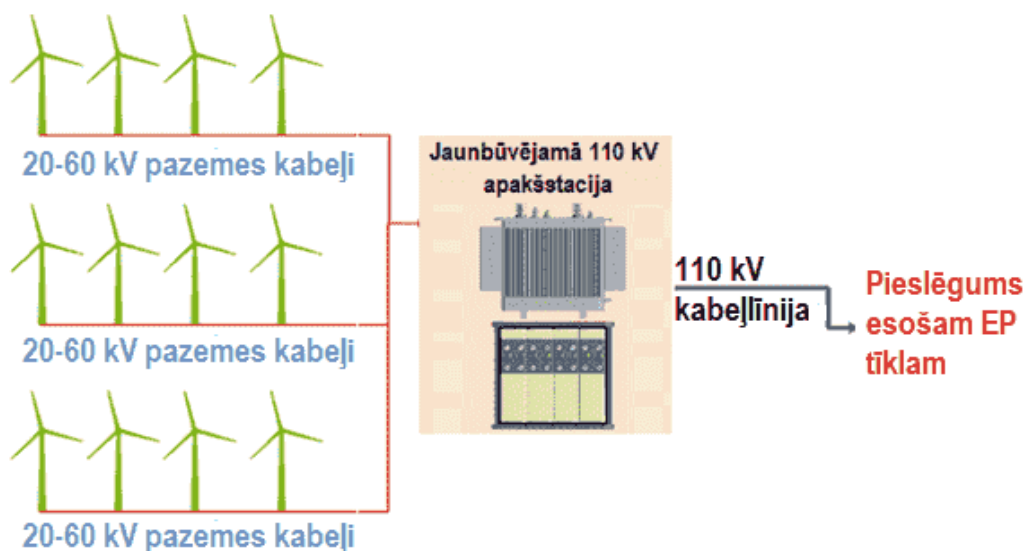
3.1.tabula. Sadzīves elektroierīču magnētiskais lauks¹⁸

Ierīce	Magnētiskās plūsmas blīvums, μT	Elektriskā lauka intensitāte, kV/m
	Distance 3 cm/30 cm/1 m	Distance 30 cm/ 1 m
Elektroplīts	1-50/0.15-8/0.01-0.04	
Ledusskapis	0.5-2/0.01-0.3/0.01-0.04	
Kafijas automāts	1-10/0.1-0.2/0.01-0.02	0.5/0.02
Rokas mikseris	60-700/0.06-10/0.02-0.25	0.2/0.01
Tosteris	7-20/0.06-1/0.01-0.02	0.5/0/02
Matu fēns	6-2000/0.1-7/0.01-0.3	1/0.1
Elektriskie skuvekļi	15-1500/0.08-9/0.01-0.3	
Elektriskā urbjmašīna	400-800/2-3.5/0.06-0.2	
Rokas elektroziģis	250-1000/1-25/0.01-1	
Putekļu sūcējs	200-800/2-20/0.1-2	
Veļas mašīna	0.08-50/0.15-3/0.01-0.15	
Veļas žāvētājs	0.3-8/0.1-2/0.02-0.1	
Gludeklis	8-30/0.1-0.3/0.01-0.03	0.01/-
Radiomodinātājs	3-60/0.1-1/0.01-0.02	
Elektriskā sega	Līdz 30/	4/0.5
Televizors	2.5-50/0.04-2/0.01-0.15	0.9-0.1
Elektriskā grīdas apsilde	-/0.1-8/	0.1
Elektrokrāns	10-180/0.15-5/0.01-0.25	
Indukcijas plīts	Rokām – līdz 500/ Ķermenim - līdz 40/1-3	1
Elektrometināšana (100A)	Pie kabeļa – 200/20 cm distancē - 20	2.5
Dzīvokļa elektroinstalācija	1/0.1	0.4/0.003
Atmagnetizēšanas ierīce	10000/100	0.8

¹⁸ Elektromagnetische Felder im Alltag LUBW142 Seiten; Karlsruhe / Augsburg 2010 (978-3-88251-352-3)

4. Informācija saistībā ar plānotā vēja elektrostaciju parka „Laflora” radīto elektromagnētisko lauku

Pēc SIA ELLE sniegtās informācijas saskaņā ar ieceri SIA Laflora Kaigu kūdras purva daļā, kas jau izstrādāta vai kurā drīzumā izstrādi paredzēts pabeigt, un tam piegulošajā mežā plānots izveidot vēja parku, kas sastāvētu no līdz 22 lieljaudas vēja elektrostacijām (VES). Ziņojuma sagatavošanas laikā vēl nebija skaidri zināms, kāda ražotāja kādas modifikācijas VES tiks uzstādītas, tāpēc nebija arī skaidrības par vienas atsevišķas VES jaudu (iespējamijs variāciju diapazons no 4,3 līdz 5,8 MW). Līdzīgi nebija zināms arī precīzs mastu (gondolas ar horizontālo rotācijas asi) augstums (Visticamāk, ka no 120 m līdz 160 m) un arī precīzs lāpstiņu garums. Lāpstiņu rotācija tiks novadīta uz ģeneratoru, kas ģenerēs 3 fāzu strāvu ar spriegumu aptuveni 700 V. Pie nominālās jaudas 4,9 MW, tas nozīmētu, ka strāva būtu ap 7000 A, bet pie nominālās jaudas 5,8 MW – tuvu pie 8300 A. No SIA ELLE saņemtās informācijas par iespējamiem modeļiem izriet, ka paredzams, ka gondolā bez vēja ģeneratora turbīnas atradīsies arī transformators, kas nodrošinās sprieguma paaugstināšanu vismaz līdz apmēram 20000 V (tas būtu sliktākais variants, no iespējamā magnētiskā lauka viedokļa) vai vairāk, tas nozīmē, ka pēc paaugstinošā transformatora maksimālais strāvas stiprums būs samazināts attiecīgi līdz 245 vai 290 A. Savukārt, ja spriegums būtu 33kV, tad maksimālās strāvas attiecīgi būtu 148,5 vai 175,8 A, bet ja spriegums tiktu paaugstināts līdz 60 kV, tad strāvas pie nominālās jaudas 4,9 vai 5,8 MW attiecīgi būtu 81,7 vai 96,7 A. Pēc ieceres paredzēts, ka vēja parkā tiek uzbūvēta arī apakšstacija, kas nodrošinātu no VES pienākošās elektroenerģijas sprieguma tālāku paaugstināšanu līdz 110 kV, lai nodrošinātu enerģijas ievadi AS "Augstsprieguma tīkls" augstsprieguma elektropārvades tīklā, kam tiek nodrošināta brīva pieeja. No sprieguma paaugstināšanas apakšstacijas līdz AS „Augstsprieguma tīkls” enerģiju novadīt arī paredzēts pa pazemes kabeļiem. Iespēju robežās pazemes kabeļu trases ies pa jau esošiem vai no jauna izbūvējamiem ceļiem, ko nāksies izbūvēt, lai nodrošinātu pieeju pie VES. Arī 110 kV pazemes kabeli vai kabeļus plānots pēc iespējas guldīt jau esošu ceļu nodalījumos vai līdzīgās vietās, kur cilvēka darbība jau mainījusi sākotnējo neskarto dabas pamatni.



Attēls 4.1. Elektropārvades shēma no SIA LAFLORA vēja parka uz pieslēgumu esošam elektropārvades (EP) tīklam. 110 kV kabeļlīnijai paredzētas 3 alternatīvas.

Balstoties uz iepriekš sniegto informāciju, jāsecina, ka paredzētā VES parka būvniecība radīs izmaiņas elektriskajā un magnētiskajā laukā VES parkā un ārpus tā, pazemes kabeļu tiešā tuvumā.

Saistībā ar VES parka un ar to saistīto apakšzemes kabeļu sistēmas izbūvi līdz sprieguma paaugstināšanas 110 kV apakšstacijai iespējami šādi galvenie elektromagnētiskā lauka avoti:

- 1) Strāvas ģenerators un paaugstinošais transformators. Tā kā strāvas ģenerators un paaugstinošais transformators atradīsies VES gondolās 120 m vai pat lielākā augstumā, ap to ir elektrību vadošs korpuss, tad elektriskais lauks būs labi ekranēts un tāpēc no prakses viedokļa nenozīmīgs. Magnētiskais lauks, kas netiek īpaši ekranēts un tāpēc hipotētiski varētu iedarboties uz iedzīvotājiem vēja parka tuvumā, VES tuvumā zemes līmenī būs pietiekami zems sekojošu iemeslu dēļ - ģenerators un transformators to novietojuma gondolā dēļ atrodas tālu no zemes virsmas (vismaz 120 m) un magnētiskais lauks, kas tiek inducēts strāvas ģenerators un transformators tinumos, samazinās proporcionāli attāluma kubam.
- 2) VES saražotās strāvas kabelis no gondolas līdz VES torņa pamatnei. Balstoties uz SIA ELLE sniegtajiem datiem katrā VES pie iespējamā sliktākā varianta maksimālā iespējamā strāva kabelī būs ap 290 A. Ja tiktu izmantoti ekranēti trīsdzīslu kabeļi, tad maksimālās strāvas radītais magnētiskais lauks metra attālumā no kabeļa nepārsniegs 4 līdz 11 μT , atkarībā no kabeļa dzīslu savstarpējā attāluma. Tā kā vēja parku paredzēts ierīkot purvā un tam piegulošā mežā, tad nav sagaidāms, ka VES tuvumā varētu notikt intensīva personu satiksme. Papildus iespējams ieteikt ap katru VES ierīkot žogu, lai personas, kas nav tieši saistītas ar VES ekspluatāciju vispār nevarētu nonākt tik tuvu kabelim. Ja distance no kabeļa, ko nodrošinātu žogs būtu 5 m, tad magnētiskā lauka plūsmas līmenis no vertikālā kabeļa ārpus žoga varētu būt no 0,15 līdz 0,45 μT , atkarībā no pielietotā kabeļa iekšējās ģeometrijas, pat gadījumā, ja spriegums ir tikai 20 kV, nevis 33 vai pat 60 kV.
- 3) Pazemes kabeļu tīkls no VES līdz jaunbūvējamai 110 kV apakšstacijai. Paredzēts izmantot ekranētus trīsdzīslu kabeļus. Līdz ar to pie dotās strāvas un kabeļa ierakšanas dziļuma tiks nodrošināts mazākais iespējamais magnētiskais lauks, jo kabelī vienas sistēmas dažādās fāzes atradīsies no magnētiskā lauka samazināšanas viedokļa optimālajā tā dēvētajā trīsstūra konfigurācijā. Lauka lielums būs atkarīgs no plūstošās strāvas un kabeļa ieguldīšanas dziļuma. Strāvas lielums ir tiešā saistībā ar izmantoto spriegumu. Tā kā ekranēto trīsdzīslu kabeļu ārpusē elektriskā lauka praktiski nav, tad par 20 kV lielāka sprieguma izmantošana ir vienkāršs, bet efektīvs veids, kā samazināt magnētisko lauku virs kabeļu trasēm. Tā kā vēja parks atradīsies izstrādātā purvā, tad nevajadzētu būt problemātiski kabeļus guldīt 1 m, vai vēl lielākā dziļumā, tā vēl vairāk samazinot magnētisko lauku kabeļu trašu tuvumā.
- 4) Plānots, ka vēja parkā tiks izbūvēta arī sprieguma paaugstināšanas stacija. Paredzēts ka tā paaugstinās spriegumu līdz 110 kV, tā nodrošinot gan enerģijas zudumu samazināšanu gan arī atbilstoši mazāku magnētiskā lauka plūsmas blīvumu 110 kV pazemes kabeļa trases tiešā tuvumā. Attiecībā uz apakšstaciju – to vajadzētu norobežot žogam, lai novērstu neautorizētu personu piekļuvi iekārtām un to bojāšanu. Nav nekāda pamata domāt, ka ārpus žoga magnētiskais lauks būs lielāks nekā pie citām jau esošām apakšstacijām. Pēc analogijas tam nevajadzētu būt lielākam par 1-5 μT , atkarībā no iekārtu attāluma. Tā kā apakšstacija atradīsies purvā, tad reālajam iedzīvotāju skaitam, kas varētu nonākt apakšstacijas rajonā, vajadzētu būt zemam un to uzturēšanās žoga tuvumā sagaidāma īslaicīga.
- 5) 110 kV apakšzemes kabeļa trase no vēja parka 110 kV apakšstacijas līdz ievadei esošajā AS „Augstsprieguma tīkls” pārvades tīklā. Trasei ir paredzētas 3 alternatīvas. Kā jau iepriekš norādīts, tad magnētiskais lauks būs tieši atkarīgs no strāvas (tā kā spriegums ir fiksēts (110 kV), tad to noteikts VES skaits parkā un šo VES kopējā nominālā jauda) un

kabeļa ierakšanas dziļuma, kabeļu skaita un kabeļa uzbūves. Var tikai rekomendēt šajā gadījumā 110 kV kabeli guldīt vismaz 1 m, vai labāk lielākā dziļumā. Kā alternatīvu, kas praktiski vispār novērstu magnētiskā lauka problēmu, varētu ieteikt izmantot GIL tipa kabeli. Tas gan būtu dārgāks risinājums, bet ņemot vērā alternatīvas **Ie** salīdzinoši nelielo distanci līdz esošajai apakšstacijai Jelgavā, Ganību ielā 86B, tā varētu būt iespēja parādīt pretimnākšanu iedzīvotāju bažām, un būt pirmajiem valstī, kas izmanto šādu risinājumu, ja ne visā trases garumā, tad vismaz no iedzīvotāju bažu viedokļa sensitīvās vietās.

Jāņem vērā, ka VES parks pamatā atradīsies uz izstrādāta purva un tam pieguloša meža zemes. VES parka būvētāji un purva izstrādātāji ir vienas un tās pašas personas. Tuvākās apdzīvotās mājas atrodas vairāk nekā 1 km attālumā no plānotā vēja parka. Pazemes elektrokabeļu līnijas plānots ierīkot esošo ceļu vai no jauna izbūvējamo ceļu nodalījuma robežās, bet jaunbūvējamie ceļi iespēju robežās tiks plānoti paralēli esošajiem ūdens novadīšanas grāvjiem. Nevajadzētu izslēgt arī iespēju, ka atsevišķos gadījumos kabeli varētu tikt izbūvēti tieši zem jaunbūvējamo pievadceļu ceļa klātnes, jo būvniecības laikā to būtu salīdzinoši vienkārši izdarīt. Nevar izslēgt, ka arī atsevišķu esošo ceļu gadījumā, ceļus varētu rekonstruēt un kabeļu trasi ierīkot tieši zem ceļa.

Pazemes kabeli parasti ir viens no magnētiskā lauka izplatības samazināšanas pasākumiem salīdzinājumā ar gaisvadu EPL. Tāpēc jau uzreiz ir iespējams teikt, ka paredzētais risinājums vienlaikus ar to, ka tiek novērsts iespējami vizuāli ne īpaši pievilcīgs gaisvadu un to balstu mudžeklis vēja parka teritorijā, jau ietver arī vienu no būtiskākajām magnētiskā lauka samazināšanas iespējām. Izvēlētais risinājums nozīmē arī to, ka VES saražotās strāvas elektriskā lauka komponente vispār neradīs problēmas, jo apakšzemes kabeļa gadījumā elektriskais lauks tiek pilnībā ekranēts. Līdzīgi tiek ekranēts arī elektriskais lauks vertikālajā kabelī no VES gondolas uz tās masta pakāji. Arī pašu VES mastu konstrukcija paredzēta vai nu no elektrovadoša metāla, vai arī no dzelzsbetona karkasa, kas efektīvi ekranē elektrisko lauku. Tāpēc izvēlēta risinājuma gadījumā atlikušais jautājums, par kuru vēl ir iespējams diskutēt, ir magnētiskais lauks no zemē ieraktajiem kabeliem. Taču arī magnētiskā lauka lielums, pateicoties izvēlētajam elektriskās enerģijas pārvades risinājumam, no katras vēja elektrostacijas (VES) uz vēja parkā paredzēto jaunbūvējamo apakšstaciju, – ekranēts trīsdzīslu kabelis, būs jau stipri samazināts, jo vienas sistēmas trīs fāzes atradīsies būtiski tuvāk viena otrai nekā gaisvadu EPL gadījumā. Salīdzinoši mazākā atsevišķo fāžu attāluma dēļ notiks katras fāzes radītā magnētiskā lauka nozīmīgāka savstarpēja dzēšana, salīdzinot ar pierasto situāciju, kāda ir gaisvadu EPL gadījumā un magnētiskā lauka izplatība būs būtiski mazāka.

Turklāt sagaidāms, ka katras sistēmas atsevišķās fāzes no VES parka līdz pat jaunbūvējamajai apakšstacijai tiks noslogotas vienmērīgi bez asimetrijas. Tas nozīmē, ka, sadalot Bio-Savāra formulu Teilora rindā, rindas pirmo saskaitāmo praktiski var uzskatīt par vienādu ar nulli un magnētiskais lauks, ko rada apakšzemes kabeli 1 m augstumā virs zemes līmeņa, būs galvenokārt atkarīgs no kabeļa novietošanas dziļuma, strāvas stipruma, fāzes vadu savstarpējā attāluma un savstarpējā izvietojuma. Turpmāk tabulās būs dotas aprēķinātās magnētiskā lauka vērtības tieši virs kabeliem 1m augstumā virs grunts līmeņa atkarībā no atsevišķo fāžu vadu savstarpējās distances, kabeļu ierakšanas dziļuma, kā arī 10 m, 20 m un dažreiz arī 30 m attālumā no kabeļu līnijas.

4.1. tabula Magnētiskā lauka plūsmas blīvums 1m augstumā virs zemes virskārtas līmeņa pazemes kabeliem no VES līdz VES parka sprieguma paaugstināšanas uz 110 kV apakšstacijai atkarībā no kabeļa dziļuma un 10m, 20m un 30m attālumā no kabeļa Spriegums 60 kV, 81,67 A (ja VES nominālā jauda 4,9 MW)

Kabeļa dziļums, m	Magnētiskā lauka plūsmas blīvums, μT , ja distance starp fāzēm ir:					
	0,05 m	0,06 m	0,08 m	0,10 m	0,12	0,15
0,7	0,346	0,415	0,554	0,692	0,831	1,038

0,8	0,309	0,370	0,494	0,617	0,741	0,926
1,0	0,250	0,300	0,400	0,500	0,600	0,750
1,2	0,207	0,248	0,331	0,413	0,496	0,620
1,5	0,160	0,192	0,256	0,320	0,384	0,480
2	0,111	0,133	0,178	0,222	0,267	0,333
2,5	0,082	0,098	0,131	0,163	0,196	0,245
3	0,063	0,075	0,100	0,125	0,150	0,188
10m att.	0,010	0,012	0,016	0,020	0,024	0,030
20m att.	0,003	0,003	0,004	0,005	0,006	0,008
30m att.	0,001	0,001	0,002	0,002	0,003	0,003

4.2. tabula Magnētiskā lauka plūsmas blīvums 1m augstumā virs zemes virskārtas līmeņa pazemes kabeļiem no VES līdz VES parka sprieguma paaugstināšanas uz 110 kV apakšstacijai atkarībā no kabeļa dziļuma un 10m un 20m attālumā no kabeļa Spriegums 60 kV, 96,67 A (ja VES nominālā jauda 5,8 MW)

Kabeļa dziļums, m	Magnētiskā lauka plūsmas blīvums, μ T, ja distance starp fāzēm ir:					
	0,05 m	0,06 m	0,08 m	0,10 m	0,12 m	0,15 m
0,7	0,410	0,492	0,655	0,819	0,983	1,229
0,8	0,365	0,439	0,585	0,731	0,877	1,096
1,0	0,296	0,355	0,474	0,592	0,710	0,888
1,2	0,245	0,294	0,391	0,489	0,587	0,734
1,5	0,189	0,227	0,303	0,379	0,455	0,568
2	0,132	0,158	0,210	0,263	0,316	0,395
2,5	0,097	0,116	0,155	0,193	0,232	0,290
3	0,074	0,089	0,118	0,148	0,178	0,222
10m attālumā	0,012	0,014	0,019	0,024	0,028	0,036
20m attālumā	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,009
30 m attālumā	0,001	0,002	0,002	0,003	0,003	0,004

4.3.tabula Magnētiskā lauka plūsmas blīvums 1m augstumā virs zemes virskārtas līmeņa pazemes kabeļiem no VES līdz VES parka sprieguma paaugstināšanas uz 110 kV apakšstacijai atkarībā no kabeļa dziļuma un 10m, 20m un 30m attālumā no kabeļa Spriegums 20 kV, 245 A (ja VES nominālā jauda 4,9 MW)

Kabeļa dziļums, m	Magnētiskā lauka plūsmas blīvums, μ T, ja distance starp fāzēm ir:					
	0,05 m	0,06 m	0,08 m	0,10 m	0,12 m	0,15 m
0,7	1,038	1,246	1,661	2,077	2,492	3,115
0,8	0,926	1,111	1,482	1,852	2,223	2,778
1,0	0,750	0,900	1,200	1,500	1,800	2,250
1,2	0,620	0,744	0,992	1,240	1,488	1,860
1,5	0,480	0,576	0,768	0,960	1,152	1,440
2	0,333	0,400	0,533	0,667	0,800	1,000
2,5	0,245	0,294	0,392	0,490	0,588	0,735
3	0,188	0,225	0,300	0,375	0,450	0,563
10m attālumā	0,030	0,036	0,048	0,060	0,072	0,090
20m attālumā	0,008	0,009	0,012	0,015	0,018	0,023
30 m attālumā	0,003	0,004	0,005	0,007	0,008	0,010

4.4. tabula Magnētiskā lauka plūsmas blīvums 1m augstumā virs zemes virskārtas līmeņa pazemes kabeļiem no VES līdz VES parka sprieguma paaugstināšanas uz 110 kV apakšstacijai atkarībā no kabeļa dziļuma un 10m, 20 un 30m attālumā no kabeļa

Spriegums 20 kV, 290 A (ja VES nominālā jauda 5,8 MW)

Kabeļa dziļums, m	Magnētiskā lauka plūsmas blīvums, μT , ja distance starp fāzēm ir:					
	0,05 m	0,06 m	0,08 m	0,10 m	0,12 m	0,15 m
0,7	1,229	1,475	1,966	2,458	2,950	3,687
0,8	1,096	1,315	1,754	2,192	2,631	3,289
1,0	0,888	1,066	1,421	1,776	2,131	2,664
1,2	0,734	0,881	1,174	1,468	1,761	2,202
1,5	0,568	0,682	0,909	1,137	1,364	1,705
2	0,395	0,474	0,631	0,789	0,947	1,184
2,5	0,290	0,348	0,464	0,580	0,696	0,870
3	0,222	0,266	0,355	0,444	0,533	0,666
10m attālumā	0,036	0,043	0,057	0,071	0,085	0,107
20m attālumā	0,009	0,011	0,014	0,018	0,021	0,027
30 m attālumā	0,004	0,005	0,006	0,008	0,009	0,012

4.5.tabula Magnētiskā lauka plūsmas blīvums 1m augstumā virs zemes virskārtas līmeņa pazemes kabeļiem no VES līdz VES parka sprieguma paaugstināšanas uz 110 kV apakšstacijai atkarībā no kabeļa dziļuma un 10m, 20 un 30m attālumā no kabeļa, 60 kV Strāva 380 A (atbilst strāvai no 4 VES ar katras nominālo jaudu 5,7 MW)

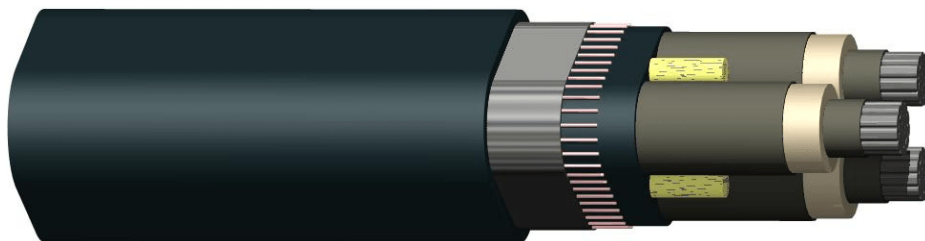
Kabeļa dziļums, m	Magnētiskā lauka plūsmas blīvums, μT , ja distance starp fāzēm ir:					
	0,05 m	0,06 m	0,08 m	0,10 m	0,12 m	0,15 m
0,7	1,610	1,932	2,577	3,221	3,865	4,831
0,8	1,436	1,724	2,298	2,873	3,447	4,309
1,0	1,164	1,396	1,862	2,327	2,792	3,491
1,2	0,962	1,154	1,539	1,923	2,308	2,885
1,5	0,745	0,894	1,191	1,489	1,787	2,234
2	0,517	0,621	0,827	1,034	1,241	1,551
2,5	0,380	0,456	0,608	0,760	0,912	1,140
3	0,291	0,349	0,465	0,582	0,698	0,873
10m attālumā	0,047	0,056	0,074	0,093	0,112	0,140
20m attālumā	0,012	0,014	0,019	0,023	0,028	0,035
30 m attālumā	0,005	0,006	0,008	0,010	0,012	0,016

4.6.tabula Magnētiskā lauka plūsmas blīvums 1m augstumā virs zemes virskārtas līmeņa pazemes kabeļiem no VES līdz VES parka sprieguma paaugstināšanas uz 110 kV apakšstacijai atkarībā no kabeļa dziļuma un 10m, 20 un 30m attālumā no kabeļa, Strāva 580 A

Kabeļa dziļums, m	Magnētiskā lauka plūsmas blīvums, μT , ja distance starp fāzēm ir:					
	0,05 m	0,06 m	0,08 m	0,10 m	0,12 m	0,15 m
0,7	2,458	2,950	3,933	4,916	5,899	7,374
0,8	2,192	2,631	3,508	4,385	5,262	6,577
1,0	1,776	2,131	2,841	3,552	4,262	5,328
1,2	1,468	1,761	2,348	2,935	3,522	4,403
1,5	1,137	1,364	1,819	2,273	2,728	3,410
2	0,789	0,947	1,263	1,579	1,894	2,368
2,5	0,580	0,696	0,928	1,160	1,392	1,740
3	0,444	0,533	0,710	0,888	1,066	1,332
10m attālumā	0,071	0,085	0,114	0,142	0,170	0,213
20m attālumā	0,018	0,021	0,028	0,036	0,043	0,053
30 m attālumā	0,008	0,009	0,013	0,016	0,019	0,024

4.7.tabula Magnētiskā lauka plūsmas blīvums 1m augstumā virs zemes virskārtas līmeņa pazemes kabeļiem no VES līdz VES parka sprieguma paaugstināšanas uz 110 kV apakšstacijai atkarībā no kabeļa dziļuma un 10m, 20 un 30m attālumā no kabeļa, Strāva 735 A (atbilst situācijai, ka pie 20 kV 3VES (4,9 MW) strāva plūst uz apakšstaciju)

Kabeļa dziļums, m	Magnētiskā lauka plūsmas blīvums, μT , ja distance starp fāzēm ir:					
	0,05 m	0,06 m	0,08 m	0,10 m	0,12 m	0,15 m
0,7	3,115	3,738	4,984	6,230	7,476	9,345
0,8	2,778	3,334	4,445	5,557	6,668	8,335
1,0	2,250	2,701	3,601	4,501	5,401	6,751
1,2	1,860	2,232	2,976	3,720	4,464	5,580
1,5	1,440	1,728	2,304	2,881	3,457	4,321
2	1,000	1,200	1,600	2,000	2,401	3,001
2,5	0,735	0,882	1,176	1,470	1,764	2,205
3	0,563	0,675	0,900	1,125	1,350	1,688
10m attālumā	0,090	0,108	0,144	0,180	0,216	0,270
20m attālumā	0,023	0,027	0,036	0,045	0,054	0,068
30 m attālumā	0,010	0,012	0,016	0,020	0,024	0,030



4.1.Attēls. Ūdensizturīgs trīsdzīslu alumīnija vadu kabelis AXLJ-F TT 36kV

Lai novadītu VES saražoto elektroenerģiju, varētu tikt izmantoti šādi vai līdzīgi kabeļi. Kabelis paredzēts izmantošanai arī zem zemes un nodrošina, ka atšķirīgo fāzu vadi atrodas maksimāli tuvu viens otram.

4.1. attēlā redzamā kabeļa izmantošana sniegtu iespēju apakšzemes kabeļu tīklā izmantot nevis 20 kV, bet gan 36 kV spriegumu, lai būtiski samazinātu strāvu, jo konkrētais attēlā redzamais kabelis, gadījumā, ja tiek paredzēts to ieguldīt zemē, ir paredzēts mazākai maksimālajai strāvai – 380 A. Protams, ka iespējams izmantot cita tipa kabeļus, kas paredzēti lielākai maksimālajai strāvai, vai arī veikt īpašus pasākumus, lai nodrošinātu kabeļu pastiprinātu dzesēšanu. Dzesēšanas opcija gan varētu būt arī izmaksu ietilpīga un nevajadzīgi palielinātu risku, ka tās problēmu dēļ VES nāktos atslēgt. Tā kā reālāk ir sagaidāms, ka tiks izvēlēts kabelis, kuram pieļaujama lielāka maksimālā strāva vai arī spriegums tiks paaugstinās nevis uz 20000 V, bet gan uz 34000 - 36 000V. Atkarībā no pieļaujamā maksimālā sprieguma un maksimālās strāvas trīsdzīslu kabeli distance starp fāzu vadiem var būt dažāda. Tāpēc arī aprēķini veikti pie dažādām distancēm starp fāzu vadiem.

Atkarībā no VES skaita un katras VES nominālās jaudas kopējā vēja parka jauda var būt lielāka par 100 MW, līdz ar to arī maksimālā strāva apakšzemes kabelī var būt pat lielāka par 1000 A, kas protams ir zināms tehnisks izaicinājums. Tālāk dotas 2 tabulas saistībā ar magnētisko lauku, ko radītu pa 110 kV apakšzemes kabeli plūstošā strāva.

4.8.tabula Magnētiskā lauka plūsmas blīvums 1m augstumā virs zemes virskārtas līmeņa pazemes kabeļiem no VES līdz JPA atkarībā no kabeļa dziļuma un 10m, 20 un 30m attālumā

Spriegums 110 kV, strāva 980 A (atbilst situācijai, ja tiek uzbūvētas 22 VES, ar nominālo jaudu 4,9 MW katrā)

Kabeļa dziļums, m	Magnētiskā lauka plūsmas blīvums, μ T, ja distance starp fāzēm ir:					
	0,08 m	0,10 m	0,12 m	0,15 m	0, 20 m	0,25 m
0,7	6,645	8,306	9,967	12,459	16,612	20,766
0,8	5,927	7,409	8,891	11,113	14,818	18,522
1,0	4,801	6,001	7,202	9,002	12,003	15,003
1,2	3,968	4,960	5,952	7,440	9,919	12,399
1,5	3,073	3,841	4,609	5,761	7,682	9,602
2	2,134	2,667	3,201	4,001	5,334	6,668
2,5	1,568	1,960	2,352	2,939	3,919	4,899
3	1,200	1,500	1,800	2,250	3,001	3,751
10m attālumā	0,192	0,240	0,288	0,360	0,480	0,600
20m attālumā	0,048	0,060	0,072	0,090	0,120	0,150
30 m attālumā	0,021	0,027	0,032	0,040	0,053	0,067

4.9.tabula Magnētiskā lauka plūsmas blīvums 1m augstumā virs zemes virskārtas līmeņa pazemes kabeļiem no VES līdz JPA atkarībā no kabeļa dziļuma un 10m, 20 un 30m attālumā

Spriegums 110 kV, strāva 1160 A (atbilst situācijai, ja tiek uzbūvētas 22 VES, ar nominālo jaudu 5,8 MW katrā)

Kabeļa dziļums, m	Magnētiskā lauka plūsmas blīvums, μ T, ja distance starp fāzēm ir:					
	0,08 m	0,10 m	0,12 m	0,15 m	0, 20 m	0,25 m
0,7	7,865	9,832	11,798	14,748	19,664	24,580
0,8	7,016	8,770	10,524	13,155	17,540	21,924
1,0	5,683	7,104	8,524	10,655	14,207	17,759
1,2	4,697	5,871	7,045	8,806	11,741	14,677
1,5	3,637	4,546	5,456	6,819	9,093	11,366
2	2,526	3,157	3,789	4,736	6,314	7,893
2,5	1,856	2,320	2,783	3,479	4,639	5,799
3	1,421	1,776	2,131	2,664	3,552	4,440
10m attālumā	0,227	0,284	0,341	0,426	0,568	0,710
20m attālumā	0,057	0,071	0,085	0,107	0,142	0,178
30 m attālumā	0,025	0,032	0,038	0,047	0,063	0,079

Ja tomēr notiks izšķiršanās, ka spriegums līdz jaunbūvējamajai apakšstacijai vēja parkā tiek saglabāts tikai 20 kV liels, tad ir skaidrs, ka vai nu jāizmanto kabeļi, kas pieļauj lielāku maksimālo strāvu, vai arī jārok daudz tranšeju lielam kabeļu skaitam. Protams, ka iespējams arī risinājums, ka tiek raktas platākas tranšejas, kurās tiek guldīti paralēli kabeļi, ievērojot ražotāja norādījumus, it īpaši par kabeļu savstarpējo mazāko pieļaujamo attālumu.

Jāatceras, ka magnētiskā lauka plūsmas blīvuma vērtības tika rēķinātas, pieņemot, ka atsevišķās fāzes apakšzemes kabeļi ir izvietotas trīsstūra konfigurācijā. Gadījumā, ja atsevišķās fāzes būtu izvietotas plaknē vienā līmenī, tad gadījumā, ja plakne būtu paralēla zemes virsmai, magnētiskā lauka plūsmas līmenis 1 m augstumā virs zemes būtu aptuveni 1,4 reizes lielāks.

Ja tiktu izmantoti kabeļi ar fāzu vadiem trijstūra konfigurācijā un maksimālā pieļaujamā strāva kabeļi būtu ap 600 A, tad elektroenerģijas pārvadīšanai no VES līdz jaunbūvējamajai apakšstacijai var nākties izmantot vairākus kabeļus. Šādā gadījumā maksimālais magnētiskās plūsmas blīvuma līmenis būtu atkarīgs arī no tā, kāds ir atsevišķo kabeļu fāzu savstarpējais izvietojums. Tā kā nav informācijas, ka fāzu izvietojums būs marķēts uz kabeļu ārējā apvalka, tad visticamāk, ka dažādo sistēmu fāzu savstarpējais izvietojums varētu būt nejaušs. Tomēr pat visnelabvēlīgākajā gadījumā maksimālais magnētiskā lauka plūsmas blīvuma līmenis, ja katrā no vienā tranšējā paralēli izvietotajiem 2 kabeļiem plūstu maksimālā strāva 580 A – tātad pie 20 kV tiktu novadīta 4 VES saražotā elektroenerģija, 1 m augstumā virs zemes būtu ne vairāk kā 2,1 reizes lielāks salīdzinot ar tabulā 4.6. norādīto, tātad pie tranšejas dziļuma tikai 0,8 m būtu mazāks par 14 μT , kas ir vairāk kā 7 reizes zemāks līmenis, salīdzinot ar MK637 mērķlielumiem.

Papildus jāņem vērā, ka reālajā dzīvē VES visu laiku protams nestrādās ar maksimālo jaudu, tāpēc magnētiskā lauka plūsmas blīvuma līmeņi ne vienmēr sasniegs tos, kas iegūti, veicot modeļaprēķinus maksimāli sliktākajai situācijai. Tomēr jāuzsver, ka nevienā gadījumā MK637 noteiktie mērķlielumi, kā to rāda iepriekš sniegtie dažādu situāciju modeļaprēķini, netiek pārsniegti un, ja kabeļu dziļums būtu vismaz 1 m, tad nerasniegtu pat piekto daļu no mērķlielumiem.

Iespējamie elektromagnētiskā lauka ietekmi samazinošie pasākumi

Iespējamā maksimālā magnētiskā lauka plūsmas blīvuma aprēķinu rezultāti uzskatāmi parāda, ka magnētiskā lauka plūsmas blīvums tieši virs pazemes kabeļiem, pat ja strāva tajos būtu 735 A (gadījumā, ja viens kabelis tiktu izmantots 3 maksimālā režīmā strādājošu VES elektroenerģijas pārvadei, ja spriegums kabeļos pēc paaugstinošā transformatora būtu 20 kV un katras VES nominālā jauda 4,9 MW) būs mazāks par MK637 noteikto mērķlielumu pie 50 Hz – 100 μT , un tas strauji samazinās līdz ar distances no kabeļiem pieaugumu. 10 m attālumā tas jau būtu vairs tikai ap 0,27 μT , tātad zem līmeņa, kura ilgstošu iedarbību par potenciāli bīstamu ir klasificējusi Pasaules veselības organizācijas Starptautiskā vēža pētniecības aģentūra (IARC). Kabeļu trases tiek attiecīgi marķētas un nav pamata pieņējumam, ka tieši virs tām ilgstoši, dienu no dienas uzturēsies potenciāli visievainojamākie iedzīvotāji – mazgadīgi bērni. No sniegtās informācijas par VES atrašanās vietām izriet, ka vēju parka VES būs par 1 km lielākā attālumā no dzīvojamām mājām, atradīsies SIA „Laflora” izstrādātā purvā un tam piegulošā mežā. Sprieguma paaugstināšanas apakšstacija tiks izbūvēta vēja parka teritorijā. Kabeļu trases tiks izvietotas, ievērojot esošo/izbūvējamo ceļu tīklu vēja parka teritorijā. Tātad vēja parka teritorijā VES un apakšzemes kabeļu trašu tuvumā nav sagaidāma nepiederošu, ar vēja parka ekspluatāciju vai purva apsaimniekošanu ilgstoša atrašanās. Kā jau norādīts, pat tieši virs kabeļu līnijām paredzams, ka magnētiskā lauka plūsmas blīvums būs mazāks par MK637 noteiktajiem ierobežojumiem, taču uz personām, kas veiks ar vēja parka ekspluatāciju un purva apsaimniekošanu saistītos darbus pareizāk būtu attiecināt ierobežojumus nodarbinātajiem, kas ir būtiski lielāki par ierobežojumiem iedzīvotājiem.

Tomēr, ja kādu apsvērumu dēļ, būvējot VES parku, rastos vajadzība vēl vairāk samazināt magnētiskā lauka plūsmas blīvumu, tad iespējami sekojoši pasākumi:

- 1) Ja tiktu konstatētas vietas vai zonas, kur kādu specifisku apsvērumu dēļ būtu nepieciešams vēl vairāk samazināt magnētiskā lauka plūsmas blīvumu, tad vienkāršākais pasākums būtu palielināt kabeļu ierakšanas dziļumu. Kā redzams no tabulām 4.1. – 4.9. tas ir efektīvs pasākums (palielinot dziļumu par 1,3 m (no 0,7 m līdz 2 m) magnētiskais lauks samazinās vairāk kā trīs reizes!), lai samazinātu magnētiskā lauka plūsmas blīvumu 1 m augstumā virs zemes.
- 2) Augstāka sprieguma izmantošana, jo elektriskais lauks tik un tā tiek ekranēts sakarā ar kabeļu izmantošanu, bet strāva, kas ir atbildīga par magnētiskā lauka rašanos, tiktu

būtiski samazināta un līdz ar to arī magnētiskā lauka plūsmas blīvums (skatīt tabulas 4.1. – 4.4. 60 kV un 20 kV).

- 3) Kā jau norādīts, tad apakšzemes 110 kV kabeļa gadījumā varētu būt iespējams apsvērt gāzes izolēto kabeļu (GIL) pielietošanu. Tas reducētu jau tā normām atbilstošās magnētiskā lauka plūsmas blīvuma vērtības līdz praktiski nenozīmīgam lielumam. Tā kā šāds risinājums ir būtiski dārgāks, šī iespēja varbūt būtu izmantojama tikai īpaši sensitīvās vietās, kur hipotētiski varētu būt iespējama liela skaita personu ilgstoša uzturēšanās.

Kopsavilkums.

Plānotā VES parka „Laflora” izraisītā elektromagnētiskā starojuma ietekmes novērtējuma ziņojumā iekļauto tabulu sagatavošanā izmantoti modeļaprēķini, pieņemot, ka VES darbojas nominālajā maksimālās jaudas režīmā, tas ir, no iespējamā elektromagnētiskā lauka ietekmes viedokļa vissliktākajā variantā. Tomēr arī šādā situācijā modeļaprēķini rāda, ka sagaidāmās magnētiskā lauka plūsmas blīvuma vērtības tieši virs apakšzemes kabeļiem būtu vismaz 4 reizes zemākas par Latvijas Republikas MK noteikumos Nr. 637 „Elektromagnētiskā lauka iedarbības uz iedzīvotājiem novērtēšanas un ierobežošanas noteikumi” norādīto mērķlielumu magnētiskā lauka plūsmas blīvumam pie 50 Hz frekvences. Ja 110 kV apakšzemes kabeli guldītu nevis 0,7 m, bet gan 2 m dziļumā, tad arī virs tā magnētiskā lauka plūsmas blīvums 1 m augstumā tieši virs trases būtu jau vismaz 12 reižu mazākas par mērķlielumu 100 μ T. Jāatgādina 100 μ T ir arī ES Ieteikumā 1999/519/ ES dotā references vērtība 50 Hz magnētiskā lauka indukcijai. Būtiski piebilst, ka vietās, kur būs izvietoti pazemes kabeļi, nav prognozējama cilvēku ilgstoša uzturēšanās. Ceļus un līnijveida hidrotehniskās būves, gar kurām paredzama 110 kV apakšzemes kabeļa trases ierīkošana, cilvēki parasti izmanto īslaicīgi (pārvietošanās un uzturēšanas darbi). Savukārt MK637 mērķlielums (1999/519 references vērtība) 100 μ T pie 50 Hz ir noteikts, pieņemot, ka persona šādā magnētiskā laukā bez kaitīgas iedarbības uz veselību var atrasties 24 stundas diennaktī, tātad nepārtraukti.

Secinājums. Elektromagnētiskie lauki, kas neizbēgami radīsies, ja VES parka projekts tiks īstenots arī maksimālā apjomā, nav uzskatāmi par tādiem, kas varētu atstāt būtisku ietekmi uz sabiedrības kopumā un vēju parka apkaimē dzīvojošo un ceļus gar apakšzemes kabeļu trasēm izmantojošo iedzīvotāju veselību.