

Rīgas Tehniskā universitāte  
Enerģētikas institūts  
Elektroapgādes katedra

---

# ELEKTROAPGĀDE

## Praktisko darbu metodiskie norādījumi

---

**K. Bērziņa. Elektroapgāde.** Praktisko darbu metodiskie norādījumi. Rīga, RTU Izdevniecība, 2019. 27 lpp.

Metodiskie norādījumi praktisko darbu izpildei paredzēti RTU studentiem kursa „Elektroapgāde” apguvei. Metodiskajā materiālā ievietots videsapgādes tīklu teorētiskais, statistiskais izklāsts. Lekciju konspektu var izmantot kā papildu mācību līdzekli elektroenerģētikas specialitāšu dienas, vakara un neklātienas nodaļas studentiem. Šajā mācību līdzeklī izmantoti Elektroapgādes katedrā izstrādātie un apkopotie statistiskie materiāli un noslēguma darbu materiāli.

Sastādīja: asoc. prof. *Dr. sc. ing.* K. Bērziņa  
Recenzents: asoc. prof. *Dr. sc. ing.* I. Zicmane

Literārā redaktore: Irēna Skārda  
Tehniskā redaktore: Irēna Skārda  
Dizains: Baiba Puriņa  
Vāka dizains: Paula Lore

*Vāka attēls no shutterstock.com*

Izdots saskaņā ar „Enhancement of the mobility and employability of Lithuanian and Latvian specialists in the field of electrical engineering and high voltage technologies (LitLatHV)” aktivitātes īstenošanu.

© Rīgas Tehniskā universitāte, 2019  
ISBN 978-9934-22-206-1 (pdf)

Priekšvārds .....	4
1. ELEKTROAPGĀDES DROŠUMS .....	5
2. APAKŠSTACIJAS GALVENĀS PRINCIPSHĒMAS IZVĒLE .....	6
2.1. Normāls režīms.....	7
2.2. Avārijas režīms.....	7
3. KOPĒJĀS PATĒRĒTĀJU SLODZES APRĒĶINS.....	8
4. TRANSMATORA IZVĒLE.....	9
4.1. Piemērs transformatora pārbaudei ar tuvināto tabulu metodi.....	9
4.2. Piemērs transformatora pārbaudei ar analītisko metodi.....	12
5. VIDSPRIEGUMA APARĀTU IZVĒLE .....	14
5.1. 20 kV gaisvadu līnijas izvēle .....	14
5.2. Vidējā sprieguma drošinātāju izvēle .....	15
6. TRĪSFĀŽU ĪSSLĒGUMA STRĀVAS APRĒĶINS NOSAUKTAJĀS VIENĪBĀS 20 kV UN 0,4 kV SADALIETAISĒ.....	17
6.1. Trīsfāžu īsslēguma aprēķins projektējamās 20 kV līnijas galā .....	17
6.2. Trīsfāžu īsslēguma aprēķins 0,4 kV sadalnē.....	19
IZMANTOTĀ LITERATŪRA.....	21
Pielikums 1. Vienlaicības koeficients.....	22
Pielikums 2. Transformatoru pieļaujamā pārslodze .....	23
Pielikums 3 .....	24
Pielikums 4.....	26
Pielikums 5.....	27

## Priekšvārds

Viens no elektroapgādes sistēmas pamatelementiem ir transformators. Patērētājiem vistuvāk atrodas sadales transformatori, kas elektroenerģiju pārveido no 20 kV vai 10 kV sprieguma, kas parasti sastopams lauku apvidū, uz 0,4 kV (0,23 kV) spriegumu, kas ir atbilstošs lielākai daļai sadzīves un lielai daļai rūpniecisko elektropatērētāju.

Pastāv vairāki transformatoru uzstādīšanas (novietošanas) veidi. Lauku apvidos bieži netiek būvēta speciāla transformatoru apakšstacija, bet transformators tiek uzstādīts balstā. Tādas apakšstacijas sauc par masta apakšstacijām. Tajās parasti ir nelielas jaudas transformatori, kam pievienots mazs 0,4 kV pievienojumu skaits. Apdzīvotās vietās būvē slēgtās apakšstacijas, kur transformatori un sadalnes izvietotas telpās. Parasti šādās apakšstacijās ir lielākas jaudas transformatori un liels pievienojumu skaits, kā arī vides sprieguma sadalnes, kas paredz iespējamās tīkla konfigurācijas izmaiņas. Pēdējās tendences orientētas un to, ka apdzīvotās vietās vai rajonos ar lielu patērētāju blīvumu tiek uzstādītas kompaktās transformatoru apakšstacijas (KTA), kas aizņem ievērojami mazāk vietas, un tās jau gatavas ir iespējams iegādāties no ražotāja. Latvijā šādas apakšstacijas piegādā AS Enerģofirma *JAUDA*, kas piedāvā tipveida risinājumus.

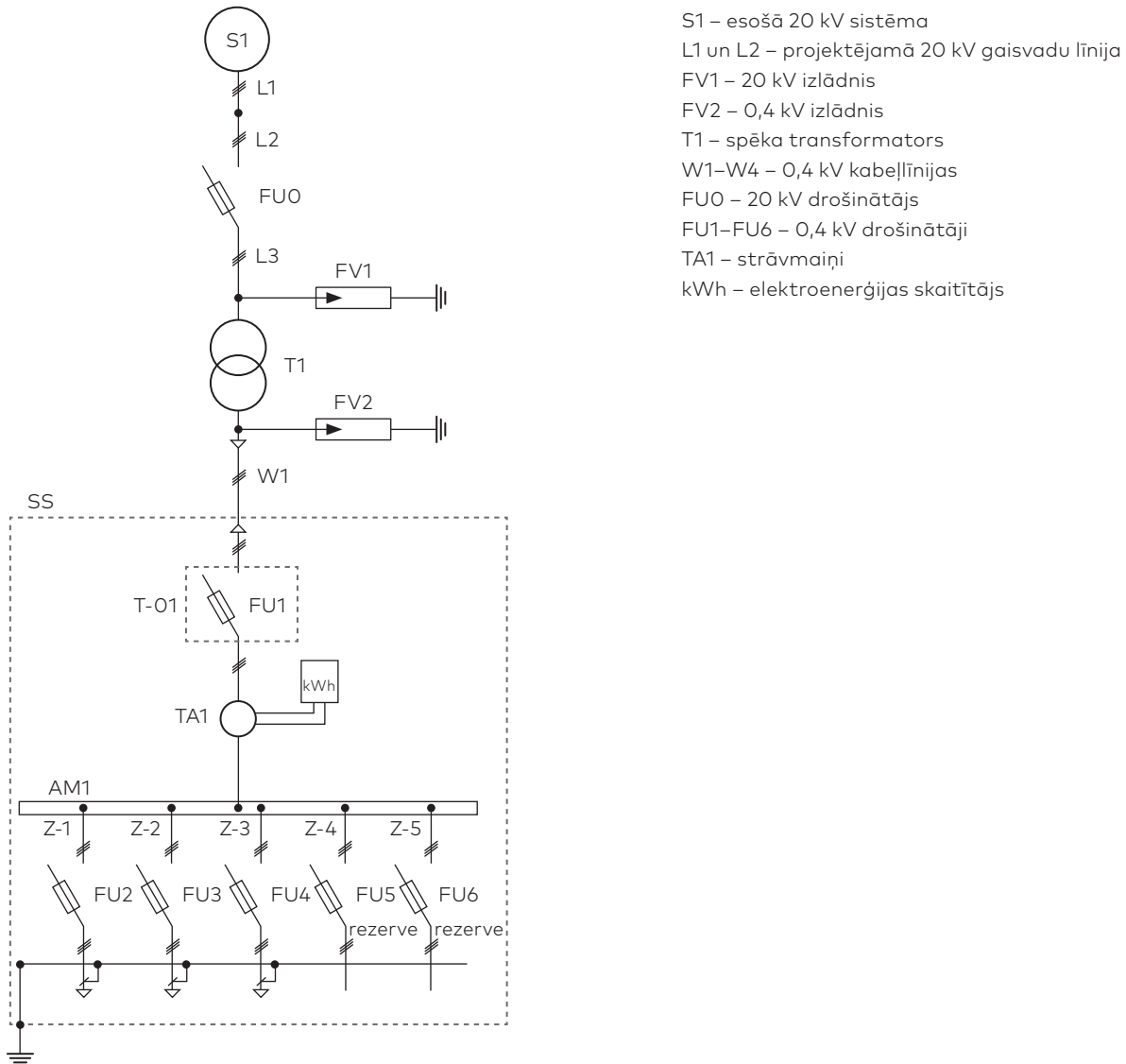
# 1. ELEKTROAPGĀDES DROŠUMS

Elektroapgādes drošumu raksturo elektroapgādes pārtraukumu skaits un pārtraukuma ilgums. Mūsdienās elektropatērētājus vairs neiedala trijās drošuma kategorijās, bet pēc Ministru kabineta (MK) noteikumiem „Elektroenerģijas tirdzniecības un lietošanas noteikumu” 60., 61. un 93. punktiem:

- 60. Lietotājs pats pieņem lēmumu par nepieciešamo elektroapgādes drošumu, tas ir, nepieciešamību novērst elektroenerģijas piegādes pārtraukumus un savu elektroietaišu bojājumus, kas var rasties atsevišķu elektroapgādes sistēmas elementu bojājumu, remonta vai plānoto atslēgumu laikā;
- 61. Lietotājs, kura elektroietaisēm nav pieļaujami elektroenerģijas piegādes pārtraukumi, sprieguma iekritumi un pārspriegumi, veic papildpasākumus nepieciešamā elektroapgādes drošuma sasniegšanai. Rezerves pieslēgumu, neatkarīgu barošanas avotu un spriegumu stabilizējošas ierīces, kā arī pārslēgšanas automātiku uzstāda un ierīko par lietotāja līdzekļiem;
- 93. Sistēmas operatora elektroietaišu avārijas vai bojājuma gadījumā sistēmas operators reģistrē bojājumu pieteikumus un nodrošina iespējami ātru (ne ilgāk kā 24 stundu laikā) bojājumu novēršanu.

## 2. APAKŠSTACIJAS GALVENĀS PRINCIPSHĒMAS IZVĒLE

Vadoties pēc uzdevuma varianta un tehniskajiem noteikumiem 2.1. attēlā norādītajai 20/0,42 kV masta tipa apakšstacijai konstrukcija ir projektējama ar iespēju nākotnē turpināt 20 kV nozari. Projektējamā gala apakšstacija tiks barota no projektējamās 20 kV gaisvadu līnijas, kas tiks pievienota esošajai 20 kV sistēmai S1.



2.1. att. Apakšstacijas principshēmas skice.

Ja patērētāju skaits ir neliels un ir pieļaujams 24 stundu elektroapgādes pārtraukums, slodzi var barot caur vienu transformatoru. Projektējamo transformatoru lauku teritorijā jāparedz uzstādīt balstā kopā ar drošinātāju atdalītāju. Ņemot vērā patērētāju skaitu (pielikums 1) un ģeogrāfisko novietojumu, pie diviem zemsprieguma drošinātāju blokslēdzīem tiks pievienoti pa vienam no patērētājiem, bet pie viena no izvēlētajiem drošinātāju blokslēdzīem tiks pievienoti vienlaikus patērētāji atbilstoši uzdevuma variantam.

## 2.1. Normāls režīms

Slodžu pievienojumi, kas pievienoti kopņu sekcijai AM1, caur transformatoru T1 barojas no līnijas L1. Normālā režīmā strādā drošinātājs FU1, galvenais transformatora blokslēdzis T-01, kā arī katru patērētāju grupu aizsargājošie drošinātāji FU2, FU3, FU4.

## 2.2. Avārijas režīms

Avārijas režīmā jāparedz katrai no patērētāju grupām aizsardzība ar attiecīgo drošinātāju FU2, FU3, FU4, ..., FU $n$ . Notiekot īsslēgumam uz 0,4 kV kopnēm, jānostrādā transformatora aizsardzībai FU1, bet, notiekot īsslēgumam uz transformatora T1 izvadēm, jānostrādā kustošajam drošinātājam FU0. Notiekot īsslēgumam uz projektējamās 20 kV gaisvadu līnijas L1, ņemot vērā izsniegtos tehniskos noteikumus, projektējamās 20 kV gaisvadu līnijas sākumā nav jāprojektē atsevišķa aizsardzība, jo šī projektējamā gaisvadu līnija tiks aizsargāta ar esošo aizsardzību, kas atrodas esošās līnijas sākumā.

### 3. KOPĒJĀS PATĒRĒTĀJU SLODZES APRĒĶINS

Pēc lietotāju uzstādītajiem ievada aizsardzības aparātu lielumiem atbilstoši uzdevumam ir iespējams noteikt maksimālo jaudu, kādu lietotājam iespējams patērēt [1, 53. lpp.], vai, izmantojot 5. pielikuma tabulu, apkopot lauksaimniecības slodzes.

Atļautās aktīvās jaudas maksimālā vērtība:

- vienfāzes lietotājam:

$$P_{\text{maks}} = I_{\text{iev.a}} U_f \cos \varphi; \quad (3.1.)$$

- trīsfāžu lietotājam:

$$P_{\text{maks}} = I_{\text{iev.a}} \sqrt{3} U_1 \cos \varphi; \quad (3.2.)$$

kur  $P_{\text{maks}}$  – aprēķinātā atļautā maksimālā aktīvā jauda, kW;

$I_{\text{iev.a}}$  – ievada aizsardzības aparāta nominālā vērtība, A;

$U_f$  – fāzes nominālais spriegums, kV;

$U_1$  – līnijas nominālais spriegums, kV;

$\cos \varphi$  – jaudas koeficients, privātmājām  $\cos \varphi = 0,96$ .

Nemot vērā, ka patērētāji ir tikai trīsfāžu, turpmāk tiek apskatīts tikai trīsfāžu gadījums.

Aktīvā jauda:

$$P_{\text{apr}} = K_0 P_{\text{maks}}, \quad (3.3.)$$

kur  $K_0$  – vienlaicības koeficients patērētājiem (pielikums 1).

Reaktīvā jauda:

$$Q_{\text{maks}} = P_{\text{apr}} \operatorname{tg} \varphi, \quad (3.4.)$$

kur  $Q_{\text{maks}}$  – reaktīvā jauda, kvar;

$\operatorname{tg} \varphi$  – jaudas koeficients, aplēsei izmantot  $\cos \varphi$  skaitlisko vērtību.

Pilnā jauda:

$$S_{\text{apr}} = \sqrt{P_{\text{apr}}^2 + Q_{\text{apr}}^2}, \quad (3.5.)$$

kur  $S_{\text{apr}}$  – aplēses pilnā jauda, kVA;

$P_{\text{apr}}$  – aplēses aktīvā jauda, kW;

$Q_{\text{apr}}$  – aplēses reaktīvā jauda, kvar.

Visu patērētāju iegūtām jaudām jābūt apkopotām 3.1. tabulā.

3.1. tabula

Lietotāju jaudas

Patērētāja Nr.	Patērētāja patērējamā strāva $I_{\text{maks}}, A$	Patērētāja nominālais spriegums $U_{\text{nom}}, kV$	Patērētāja aktīvā slodze $P_{\text{maks}}, kW$	Vienlaicības koeficients $K_0$	Aprēķinātā aktīvā slodze $P_{\text{apr}}, kW$	Aprēķinātā reaktīvā slodze $Q_{\text{apr}}, kvar$	Aprēķinātā kopējā slodze $S_{\text{apr}}, kVA$
1	16	0,4					
2	20	0,4					
3	25	0,4		0,75			
4	32	0,4					
5	40	0,4					



## 4. TRANSMATORA IZVĒLE

Projektējamajai 20/0,42 kV transformatoru apakšstacijai pieslēgto slodzi sastāda māj-saimniecības tipiskās slodzes. Uzstādīšanai jāizvēlas viens transformators, ko bojājumu gadījumā var nomainīt 24 stundu laikā.

Sākotnēji tiek aprēķināta aplēses slodze:

$$S_{\text{apl}} = \sum S_{\text{apr}}, \quad (4.1.)$$

kur  $S_{\text{apl}}$  – aplēses slodze, kVA;

$S_{\text{apr}}$  – aprēķinātā kopējā slodze no 3.1. tabulas, kVA.

Iepriekšējā transformatora jaudu izvēlas saskaņā ar vienādojumu (4.2.) [1]:

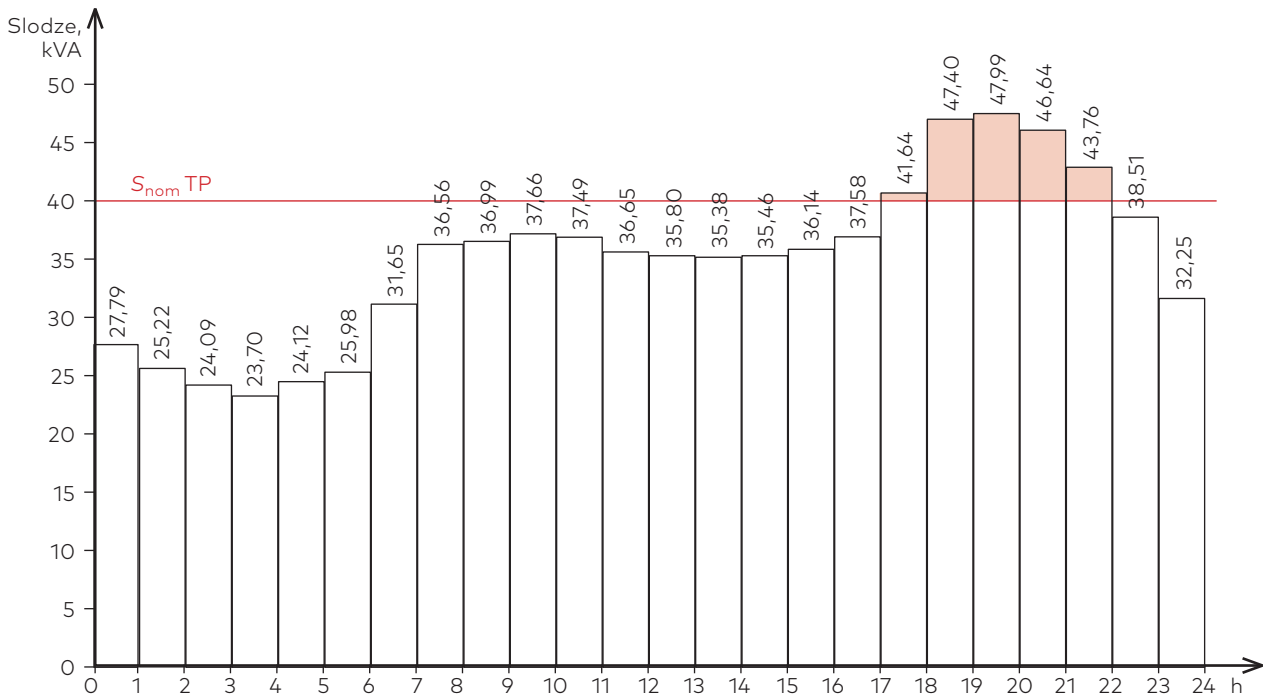
$$S_{\text{nom}} \approx (0,75-0,85)S_{\text{apl}}. \quad (4.2.)$$

Tiek izvēlēts viens no ārtipa transformatoriem ar nominālo jaudu atbilstoši uzdevuma kopējai slodzei (kVA) un slodzes procentuālajam sadalījumam (pielikums 4). Izvēlētajam transformatoram jāpārbauda pieļaujamā maksimālā slodzes, kas avārijas režīmā nedrīkst pārsniegt transformatora nominālo jaudu vairāk nekā 1,5 reizes:

$$\frac{S_{\text{maks}}}{S_{\text{nom}}} < 1,5. \quad (4.3.)$$

### 4.1. Piemērs transformatora pārbaudei ar tuvināto tabulu metodi

Lai veiktu transformatora pārbaudi, izmantojot tuvināto tabulu metodi, vispirms jāatrod daudzpakāpju slodzes grafiks (4.1. att.) no uzdevumā dotajiem datiem (4.1. tab.).



4.1. att. Ziemas daudzpakāpju slodzes grafiks.

4.1. tabula

## Diennakts slodzes sadalījuma pa stundām ziemas mēnesī piemērs

Ziema (februāris)			
Stunda	Elektroenerģijas sadalījums pa stundām, %	$S_{apl}$ , kVA	$S_{apl}$ , %
1	3,28	27,76	57,85
2	2,98	25,22	52,56
3	2,84	24,04	50,09
4	2,80	23,70	49,38
5	2,85	24,12	50,26
6	3,07	25,98	54,14
7	3,74	31,65	65,96
8	4,32	36,56	76,19
9	4,37	36,99	77,07
10	4,45	37,66	78,48
11	4,43	37,49	78,13
12	4,33	36,65	76,37
13	4,23	35,80	74,60
14	4,18	35,38	73,72
15	4,19	35,46	73,90
16	4,27	36,14	75,31
17	4,44	37,58	78,31
18	4,92	41,64	86,77
19	5,60	47,40	98,77
20	5,67	47,99	100,00
21	5,51	46,64	97,18
22	5,17	43,76	91,18
23	4,55	38,51	80,25
24	3,81	32,25	67,20

Pārslodze jāpārbauda ziemas slodzes grafikam. Dotajā slodzes grafikā (4.1. att.) tiek novilkta līnija, kas atbilst transformatora nominālajai jaudai, un iezīmētas stundas, kuru laikā transformators strādā ar pārslodzi. Kā redzams, iezīmēta tiek viena pārslodzes zona laika posmā no 17.00 līdz 22.00. Atrastajā maksimuma zonā jānosaka ekvivalentais maksimums  $S_{ek,m}$  un ekvivalentā sākuma slodze  $S_{ek,s}$ , kas atbilst vidējai slodzei pārējā laika posmā.

Ekvivalentais maksimums  $S_{ek,m}$ :

$$S_{ek,m} = \sqrt{\frac{S_{p,1}^2 t_{p,1} + S_{p,2}^2 t_{p,2} + S_{p,3}^2 t_{p,3} + S_{p,4}^2 t_{p,4} + S_{p,5}^2 t_{p,5}}{t_{p,1} + t_{p,2} + t_{p,3} + t_{p,4} + t_{p,5}}} = \quad (4.4.)$$

$$= \sqrt{\frac{41,64^2 \cdot 1 + 47,4^2 \cdot 1 + 47,99^2 \cdot 1 + 46,64^2 \cdot 1 + 43,76^2 \cdot 1}{5}} = 45,55 \text{ kVA.}$$

Faktiskais pārslodzes koeficients  $k_{2,apl}$ :

$$k_{2,apl} = \frac{S_{ek,m}}{S_{nom}} = \frac{45,55}{40} = 1,13. \quad (4.5.)$$

Jāpārbauda, vai nav nepieciešama koeficienta  $k_{2,apl}$  korekcija. Piemēra gadījumā:

$$k_{2,apl} = 1,13 > 0,9k_{max} = 0,9 \cdot 1,19 = 1,07, \quad (4.6.)$$

kur

$$k_{maks} = \frac{S_{maks}}{S_{nom}} = \frac{47,99}{40} = 1,19; \quad (4.7.)$$

līdz ar to konstatējam, ka korekcija nav vajadzīga.

Ekvivalentā sākuma slodze:

$$S_{ek,s} = \sqrt{\frac{S_{s,1}^2 t_{s,1} + S_{s,2}^2 t_{s,2} + \dots + S_{s,19}^2 t_{s,19}}{t_{s,1} + t_{s,2} + \dots + t_{s,19}}} =$$

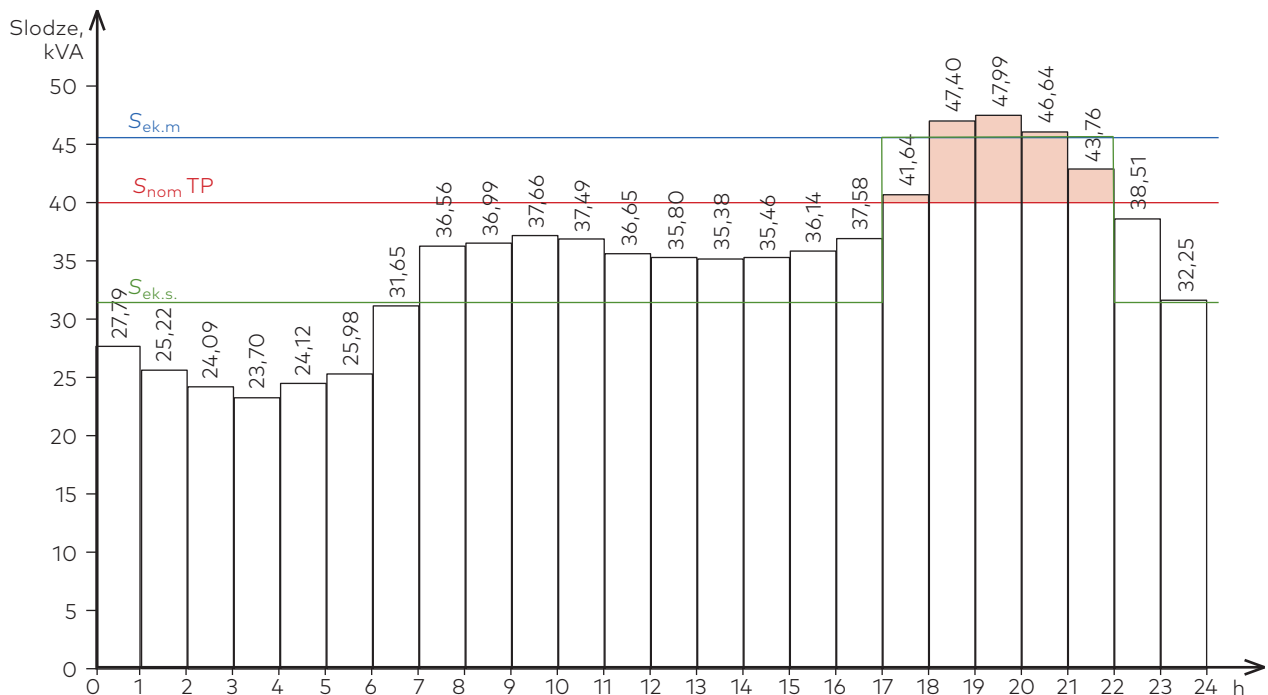
$$= \sqrt{\frac{27,76^2 \cdot 1 + 25,22^2 \cdot 1 + 24,09^2 \cdot 1 + 23,70^2 \cdot 1 + 24,12^2 \cdot 1 + 25,98^2 \cdot 1 + 31,65^2 \cdot 1 + 36,56^2 \cdot 1 +$$

$$\sqrt{\frac{36,99^2 \cdot 1 + 37,66^2 \cdot 1 + 37,49^2 \cdot 1 + 36,65^2 \cdot 1 + 35,80^2 \cdot 1 + 35,38^2 \cdot 1 + 35,46^2 \cdot 1 + 36,14^2 \cdot 1 +$$

$$\sqrt{\frac{37,58^2 \cdot 1 + 38,51^2 \cdot 1 + 32,25^2}{20}} = 32,18 \text{ kVA}; \quad (4.8.)$$

Sākuma slodzes koeficients  $k_1$ :

$$k_1 = \frac{S_{ek,s}}{S_{nom}} = \frac{32,18}{40} = 0,80. \quad (4.9.)$$



4.2. att. Ziemas slodzes grafiks pie maksimālās slodzes un transformatora nominālās slodzes.

Saskaņā ar Latvijas Vides ģeoloģijas un meteoroloģijas centru jānosaka ekvivalentā dzesējošās vides temperatūra 2017. gadā Latvijai ziemā un vasarā [6]:  $\vartheta_{ek}$ , °C.

Pēc aplēses tiek iegūti visi nepieciešamie dati, lai noteiktu pieļaujamo pārslodzes koeficientu  $k_{2,piel}$  pēc tabulām [2], kas paredzētas avārijas pārslodzes pārbaudei. Ja vidējās temperatūras  $\vartheta_{ek}$  (°C) vērtības neatbilst standartizētajām vērtībām tabulās, tiek izvēlēta

tabula tuvākajai augstākajai temperatūrai. Vadoties pēc pārslodzes laika (ekvivalentā maksimuma ilgums  $t_p = 5$  h) un sākuma slodzes koeficienta ( $k_1 \approx 0,8$ ), pēc tabulas atrod pārslodzes koeficienta pieļaujamo vērtību un salīdzina ar aprēķināto:

$$k_{2,piel,s} = 1,25 > k_{2,apl}. \quad (4.10.)$$

## 4.2. Piemērs transformatora pārbaudei ar analītisko metodi

Lai veiktu transformatora pārbaudi, izmantojot analītisko metodi, izmanto datorprogrammu *Trafo-1*, kas atrodamā saitē: [http://www.eef.rtu.lv/doc/studiju\\_materiali/031.pdf](http://www.eef.rtu.lv/doc/studiju_materiali/031.pdf)

Izejas dati analītiskās datormetodes aprēķinam ziemai:

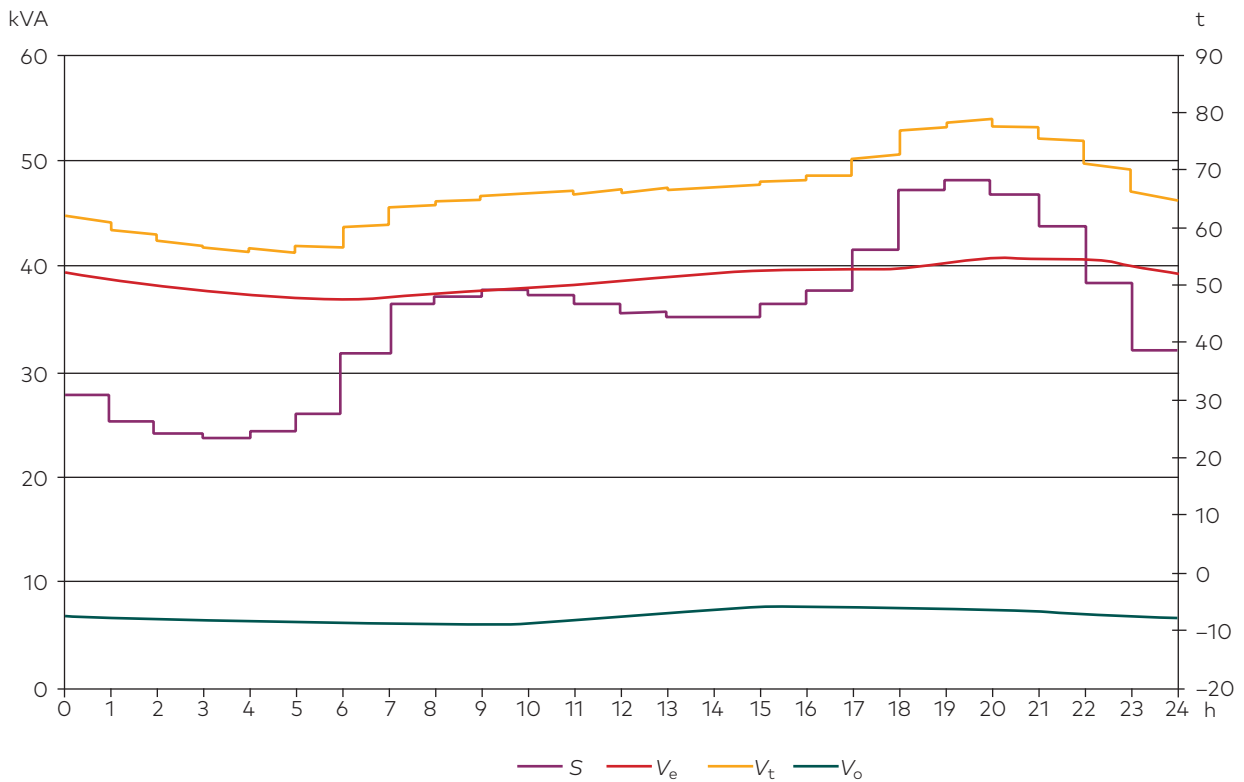
- dzesēšanas sistēma – ONAN;
- slodzes grafiks – ziemas;
- aplēses mēnesis – februāris;
- transformatora atrašanās – brīvgaissa;
- transformatora maksimālā slodze – 47,99 kVA;
- transformatora nominālā jauda – 40 kVA;
- transformatora īsslēguma zudumi – 0,133 kW (no ražotāja tehniskās dokumentācijas);
- transformatora tukšgaitas zudumi – 0,883 kW (no ražotāja tehniskās dokumentācijas).

4.2. tabula

### Piemēra analītiskās metodes rezultāti (40 kVA jaudas transformatoram)

$T_i$	$\vartheta_0, ^\circ\text{C}$	$S[\text{I}]$	$S_i/S_{nom}$	$\vartheta_{er}, ^\circ\text{C}$	$\vartheta_{tin}', ^\circ\text{C}$	$\vartheta_{tin}'', ^\circ\text{C}$
1	-8,1	27,76	0,6940	50,8	60,8	59,4
2	-8,2	25,22	0,6305	49,8	58,4	57,8
3	-8,5	24,09	0,6023	48,8	56,8	56,6
4	-8,6	23,70	0,5925	48,2	56,0	56,2
5	-8,7	24,12	0,6030	47,7	55,7	56,7
6	-8,8	25,98	0,6495	47,5	56,5	59,9
7	-8,9	31,62	0,7905	47,7	6,1	63,3
8	-8,9	36,56	0,9140	48,3	63,9	64,2
9	-9,0	36,99	0,9248	48,7	64,6	65,0
10	-9,0	37,66	0,9415	49,1	65,4	65,3
11	-8,4	37,49	0,9373	50,0	66,2	65,7
12	-7,7	36,65	0,9163	50,8	66,5	65,9
13	-6,9	35,80	0,8950	51,7	66,8	66,5
14	-6,2	35,38	0,8845	52,3	67,1	67,1
15	-5,8	35,46	0,8865	52,7	64,5	68,0
16	-5,8	36,14	0,9035	52,8	68,1	69,1
17	-5,9	37,58	0,9395	52,8	69,1	72,0
18	-6,1	41,64	1,0410	53,2	72,4	76,8
19	-6,4	67,40	1,1850	53,9	77,5	78,0
20	-6,6	47,99	1,1998	54,5	78,6	77,5
21	-6,9	46,64	1,1660	54,6	77,6	75,4
22	-7,3	43,76	1,0940	54,2	75,0	71,1
23	-7,6	38,51	0,9628	53,3	70,2	66,1
24	-7,8	32,25	0,8063	52,1	64,9	62,1
<b>MAKS.</b>	<b>-5,8</b>	<b>47,99</b>	<b>1,1998</b>	<b>54,6</b>	<b>78,6</b>	<b>78,0</b>

Lielākā eļļas temperatūra augšējos slāņos  $\vartheta_{e.maks} = 54,6\text{ °C} < \vartheta_{e.piel} = 105\text{ °C}$  nepārsniedz pieļaujamo (pielikums 2). Transformatora tinuma viskarstākās vietas temperatūra  $\vartheta_{tin.max} = 78,6\text{ °C} < \vartheta_{tin.piel} = 140\text{ °C}$  arī nepārsniedz pieļaujamo (pielikums 2).



4.3. att. Transformatora diennakts temperatūru grafiks ziemai (40 kVA).

Atbilstoši uzdevuma variantam, izmantojot analītisko metodi, ir jāpārbauda vasaras un ziemas sezona vienam mēnesim. Iepriekš izvēlētām transformatoram jāapmierina izvēles nosacījumi, lai to varētu izmantot grafikā dotās slodzes segšanai.

## 5. VIDSPRIEGUMA APARĀTU IZVĒLE

### 5.1. 20 kV gaisvadu līnijas izvēle

Gaisvadu līnijas aprēķina nozīme: noteikt vada šķērsgriezumu un vadītāju tipu [1, 135. lpp.].

Lai tikls strādātu ekonomiski un būtu ievēroti arī elektroenerģijas kvalitātes rādītāji, lieto turpmāk aprakstīto aprēķina metodi [2, 167. lpp.]. Līnijas izvēle notiek pēc nosacījumiem (5.1.)–(5.3.).

Nominālo spriegumu  $U_{\text{nom}}$  salīdzina ar attiecīgā tīkla spriegumu  $U_t$ :

$$U_{\text{nom}} \geq U_t. \quad (5.1.)$$

Ekonomiskais šķērsgriezums:

$$S \approx S_{\text{ek}} = \frac{I_{\text{apl}}}{J_{\text{ek}}}, \quad (5.2.)$$

kur

$S$  – meklējamais kabeļa šķērsgriezums,  $\text{mm}^2$ ;

$S_{\text{ek}}$  – ekonomiski izdevīgākais vadītāja šķērsgriezums,  $\text{mm}^2$ ;

$I_{\text{apl}}$  – ilgstoša normāla režīma aplēses strāva, A;

$J_{\text{ek}}$  – ekonomiskais strāvas blīvums vadītājā,  $\text{A}/\text{mm}^2$  [1, 132. lpp.].

Vada aprēķināto ekonomisko šķērsgriezumu pievada standarta šķērsgriezumu skalai. Standarts šķērsgriezums jāizvēlas lielāks par aprēķināto  $S_{\text{ek}}$ , pretējā gadījumā sprieguma zudums var pārsniegt pieļaujamo. Vadoties pēc energostandarta LEK 005, jāatrod vadītājs un tā šķērsgriezums.

Ilgstošā darba režīmā pieļaujamā strāva:

$$I_{\text{pieļ}} = K_1 I_{\text{pieļ, nom}} \geq I_{\text{apl}}, \quad (5.3.)$$

kur

$I_{\text{pieļ}}$  – faktiski pieļaujamā strāva, A;

$K_1 = 0,8$  – labojuma koeficients, kas ievēro strāvas nevienmērīgo sadalījumu vienas fāzes vadītājos.

Jāpārbauda, vai aprēķinātais vada šķērsgriezums ir derīgs projektējamās 20 kV gaisvadu līnijas ekspluatācijai. Vadoties pēc energostandarta LEK 120 „20 kV gaisvadu elektro-līnijas koka balsti, konstrukcijas un materiāli”, tiek izvēlēti projektējamās 20 kV gaisvadu elektrolīnijas koka balsti. Elektrolīnijas projektēšanas gaitā jāņem vērā energostandartā LEK 015 „/6, 10, 20 kV/ gaisvadu elektrolīnijas galvenās tehniskās prasības” norādītie vēja spiediena reģioni un teritorijas iedalījums pēc normatīvā apledošanas sienas biežuma Latvijas teritorijā. Jaunā 20 kV gaisvadu līnija tiek projektēta gar esošo ceļu un balstu tips parādīts 5.1. tabulā.

5.1. tabula

#### 20 kV gaisvadu līniju balsti un to tipu apkopojums atbilstoši varianta uzdevumam

Balsta numurs	Tips atbilstoši normatīviem
Esošais balsts no uzdevuma varianta – pieslēgums pie sistēmas	N
	Projektējamais TA 20/0,4 kV

Gaisvadu elektrolīnijas trasi jāizvēlas pēc iespējas īsāku un ar minimālu pagriezienu skaitu, pēc iespējas apejot purvus, kalnainu reljefu, vietas ar īpaši spēcīgiem vējiem, rezervātus utt. No ekspluatācijas viedokļa ir lietderīgi, lai trase atrodas tuvāk ceļiem un apdzīvotām vietām. Gaisvadu elektrolīnijas balstus ieteicams uzstādīt ārpus applūstošām zonām. Uz gaisvadu elektrolīniju balstiem 2,5–3,0 m augstumā izvietojami balstu kārtas numuri. Uz gala balstiem, nozarojumu pirmajiem balstiem, viena sprieguma gaisvadu elektrolīniju savstarpējo šķērsojumu ierobežojošiem balstiem, balstiem, kas ierobežo gaisvadu elektrolīnijas šķērsgrīzumus ar dzelzceļiem un autoceļiem, kā arī visiem balstiem gaisvadu elektrolīniju paralēlos posmos, ja attālums starp gaisvadu elektrolīniju asīm ir mazāks par 200 m, nepieciešams balsta kārtas numurs un tā nosacītais apzīmējums. Divķēžu gaisvadu elektrolīniju balstos papildus jāapzīmē katra ķēde.

Brīdinājuma zīmi nepieciešams uzstādīt uz visiem balstiem pilsētās, ciemos un citās blīvi apdzīvotās vietās, kā arī uz balstiem, kas atrodas sakaru kabeļu aizsardzības zonā. Zīmi uzstāda ierīkotām gaisvadu elektrolīnijām pārmaiņus kreisajā un labajā pusē, kā arī ceļa pusē. Brīdinājuma zīmē jānorāda attālums no balsta līdz sakaru kabelim.

## 5.2. Vidējā sprieguma drošinātāju izvēle

Drošinātāji paredzēti tikla aparātu aizsardzībai pret īsslēgumiem un lielām pārslodzēm. Pārslodzes vai avārijas gadījumā tikla aizsardzībai paredzētais kustošais ieliktņis pārdeg un pārrauj elektrisko ķēdi.

Vidējā sprieguma drošinātāji 2.1. attēlā ir drošinātāji FU0. Turpmāk parādīta to detali-zēta izvēle, ko veic, balstoties uz konkrētiem vidējā sprieguma tipa drošinātājiem atbilstoši uzdevuma variantam. Vidējā sprieguma drošinātāju pārbaude un izvēle notiek pēc nosacījumiem (5.4.)–(5.10.).

Nominālais spriegums:

$$U_{\text{dr.nom}} \geq U_{\text{nt}} \quad (5.4.)$$

Drošinātāja ieliktņa nomināla strāva (pēc aplēses strāvas):

$$I_{\text{el.nom}} \geq K_{\text{dr}} I_{\text{apl.A}} \quad (5.5.)$$

kur

$I_{\text{el.nom}}$  – kustošā elementa mazākā nominālā strāva, A;

$K_{\text{dr}} = 2$  – drošuma koeficients, ar kuru novērš neselektīvu drošinātāja nostrādi tehnoloģisko pārslodžu gadījumā. Piemēram, transformatoru aizsardzībai pieņem  $K_{\text{dr}}$  robežās [1,5; 3,0] [2, 217. lpp.];

$I_{\text{apl.A}}$  – aplēses strāva transformatora vidējā sprieguma pusē, A;

$$I_{\text{apl.A}} = \frac{S_{\text{apl}}}{\sqrt{3}U_{\text{nom}}} \quad (5.6.)$$

kur

$S_{\text{apl}}$  – aprēķinātā aplēses slodze, kVA;

$U_{\text{nom}}$  – nominālais spriegums, kV.

Aprēķina drošinātāja ieliktņa nominālo strāvu:

$$I_{\text{el.nom}} > K_{\text{dr}} I_{\text{apl.A}} \quad (5.7.)$$

No katalogā piedāvātajām vērtībām nākamais tuvākais kustošā ieliktņa nomināls.

Pārbaude pēc atslēgšanas spējas:

$$I_{\text{atsl.nom.dr}} \geq I_{\text{K1}}^{(3)} \quad (5.8.)$$

kur

$I_{\text{atsl.nom.dr}}$  – maksimālā īsslēguma strāva, ko spēj pārtraukt drošinātājs [16, 306. lpp.];

$I_{\text{K1}}^{(3)}$  – īsslēguma strāvas periodiskās komponentes vērtība punktā K1,

Jutība:

$$I_{k.min} \geq \sqrt{3} I_{iel.nom.dr}, \quad (5.9)$$

kur

$I_{k.min}$  – minimālā īsslēguma strāva drošinātāja aizsargājamā zonā, kas ietver arī transformatora 0,4 kV izvadus un vadītājus līdz 0,4 kV sadalnes ievadaizsardzības aparātam, tāpēc izmantota tiek vērtība, kas aprēķināta divfāžu īsslēgumam uz 0,4 kV kopņu sekcijas un reducēta un 20 kV spriegumu:

$$I_{K2}^{(2)20kV} = I_{K2}^{(3)0,4kV} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{U_{vid.A}}{U_{vid.Z}}; \quad (5.10)$$

$3I_{el.nom.dr}$  – trīskārtīga drošinātāja ieliktna nominālā strāva, A.

5.2. tabula

## Augstsprieguma drošinātāja izvēle

Drošinātāja numurs	Izvēles nosacījums			
	$U_{nom} \geq U_t$	$I_{iel.nom} \geq K_{dr} I_{apl}$	$I_{atsl.nom} \geq I_{p0}$	$I_{k.min} \geq 3I_{iel.nom}$
FUO				

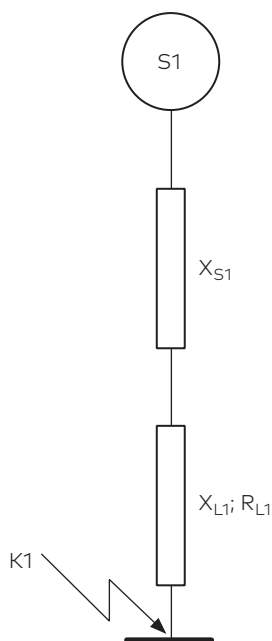
Izvēlētā drošinātāja atbilstības pārbaudes apkopojums transformatora aizsardzībai.



## 6. TRĪSFĀŽU ĪSSLĒGUMA STRĀVAS APRĒĶINS NOSAUKTAJĀS VIENĪBĀS 20 kV UN 0,4 kV SADALIETAIŠĒ

Sistēmā, rodoties īsslēgumiem, strāvas lielums var strauji pieaugt, tādēļ apakšstacijā uzstādītajiem aparātiem jābūt noturīgiem pret šāda veida strāvas vērtību maiņām. Īsslēguma iemesli var būt dažādi, piemēram, izolācijas bojājumi, meteoroloģiskie apstākļi, cilvēku darbība utt. Šo minēto un citu apstākļu dēļ izraisītais īsslēgums atstāj bez elektroapgādes patērētājus, tādēļ ir jāveic pasākumi, lai novērstu īsslēgumus vai samazinātu to darbības laiku.

### 6.1. Trīsfāžu īsslēguma aprēķins projektējamās 20 kV līnijas galā



6.1. att. 20 kV sadalnes aizvietošanas shēma.

Lai aprēķinātu trīsfāžu īsslēguma strāvu projektējamās 20 kV gaisvadu līnijas galā, jāaprēķina tās pretestība. Aprēķinam tiek izmantota AS *Sadales tīkls* dotā trīsfāžu īsslēguma vērtība projektējamās līnijas sākumā  $I_{ks}^{(3)} = 9$  kA.

Vispirms pēc vienādojuma (6.1.) aprēķina trīsfāžu īsslēgumu punktā K1:

$$I_{K1}^{(3)} = \frac{U_{vid}}{\sqrt{3}Z_{\Sigma_1}^{(20kV)}}, \quad (6.1.)$$

kur

$U_{vid}$  – vidējā sprieguma vērtība,  $U_{vid,20kV} = 21$  kV;

$Z_{\Sigma}$  – pilnā pretestība līdz īsslēguma vietai K1,  $\Omega$ .

Lai aprēķinātu pilno pretestību līdz trīsfāžu īsslēgumam K1, ir nepieciešama sistēmas un barojošās līnijas induktīvā pretestība, kā arī barojošās līnijas aktīvā pretestība. Tiek noteikta sistēmas S1 pretestība:

$$X_{S1} = \frac{U_{vid,20kV}}{\sqrt{3}I_k^{(3)}}, \quad (6.2.)$$

kur

$I_k^{(3)}$  – trīsfāžu īsslēguma strāva attiecīgās līnijas sākumā, kA.

Barojošās līnijas pretestība:

$$R_L = r_0 l; \quad (6.3.)$$

$$X_L = x_0 l; \quad (6.4.)$$

kur

$X_L$  – barojošās līnijas aktīvā pretestība,  $\Omega$ ;

$R_L$  – barojošās līnijas induktīvā pretestība,  $\Omega$ ;

$r_0$  – līnijas vadu īpatnējā aktīvā pretestība,  $\Omega/\text{km}$ ;

$x_0$  – līnijas vadu īpatnējā induktīvā pretestība,  $\Omega/\text{km}$ ;

$l$  – līnijas garums, km.

Līnijas  $L1$  pretestību  $X_L$  un  $R_L$  aprēķins atbilstoši uzdevuma variantam jāapkopo 6.1. tabulā.

6.1. tabula

## Līnijas parametri

Vada zīmols	$R_0, \Omega/\text{km}$	$X_0, \Omega/\text{km}$	Līnijas garums $l$ , km	$R_{L1}, \Omega$	$X_{L1}, \Omega$
-------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	------------------	------------------

Kopējās pretestības aprēķins līdz īsslēgumam  $K1$ :

$$R_{\Sigma 1}^{(20\text{kV})} = R_{L1} = \quad (6.5.)$$

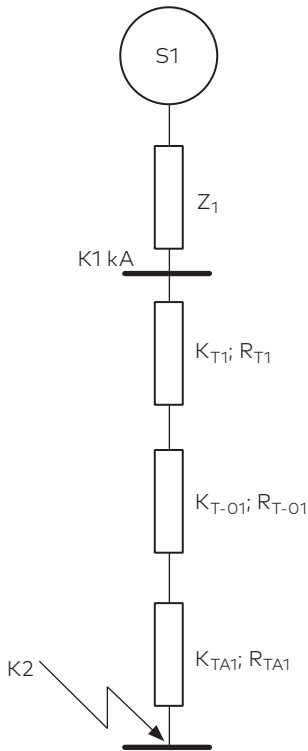
$$X_{\Sigma 1}^{(20\text{kV})} = X_{S1} + X_{L1} = \quad (6.6.)$$

$$Z_{\Sigma 1}^{(20\text{kV})} = \sqrt{\left(R_{\Sigma 1}^{(20\text{kV})}\right)^2 + \left(X_{\Sigma 1}^{(20\text{kV})}\right)^2} = \quad (6.7.)$$

Trīsfažu īsslēguma strāva 20 kV transformatora pusē:

$$I_{K1}^{(3)} = \frac{U_{\text{vid}}}{\sqrt{3} Z_{\Sigma 1}^{(20\text{kV})}} = \frac{21}{\sqrt{3} \cdot 1,67}. \quad (6.8.)$$

## 6.2. Trīsfāžu īsslēguma aprēķins 0,4 kV sadalnē



6.2. att. 0,4 kV sadalnes aizvietošanas shēma.

Vidējā zemsprieguma vērtība:

$$U_{\text{vid},0,4\text{kV}} = \quad \text{kV}.$$

Izvēlētā transformatora pasēs dati atbilstoši izvēlētā transformatora tipam:

$$U_{\text{nom}} = \quad \text{kV};$$

$$\Delta P_K = \quad \text{kW};$$

$$U_K = \quad \text{kV}.$$

$X_{S1}$ ,  $R_{L1}$ ,  $X_{L1}$  pretestību aprēķins uz 0,4 kV spriegumu:

$$X_{S1}^{(0,4\text{kV})} = X_{S1} \left( \frac{U_{Z.\text{vid}}}{U_{A.\text{vid}}} \right)^2; \quad (6.9.)$$

$$X_{L1}^{(0,4\text{kV})} = X_{L1} \left( \frac{U_{Z.\text{vid}}}{U_{A.\text{vid}}} \right)^2; \quad (6.10.)$$

$$R_{L1}^{(0,4\text{kV})} = R_{L1} \left( \frac{U_{Z.\text{vid}}}{U_{A.\text{vid}}} \right)^2. \quad (6.11.)$$

Transformatora pretestības aprēķins:

$$R_{T1} = \frac{\Delta P_K U_{\text{nom}}^2}{S_{\text{nom}}^2} = \quad (6.12.)$$

$$Z_{T1} = \frac{U_K \% U_{\text{nom}}^2}{100 S_{\text{nom}}} = \quad (6.13.)$$

$$X_{T1} = \sqrt{Z_{T1}^2 - R_{T1}^2} = \quad (6.14.)$$

Strāvmaiņu TA1 aktīvā un induktīvā pretestība no ražotāja tehniskās informācijas:

$$\begin{aligned} R_{TA1} &= \quad \Omega; \\ X_{TA1} &= \quad \Omega. \end{aligned}$$

Savienojumu kontaktu pretestību datiem ņem no 6.2. tabulas.

6.2. tabula

### Kontaktu pretestības

Savienojuma veids	Pretestība, $\Omega$	Savienojumu skaits	Kopējā pretestība, $\Omega$
$R_{\text{kont.kabelis}}$	0,00010		
$R_{\text{kont.kopnes}}$	0,00001		
		$R_{\text{kont.}\Sigma} =$	

Summārās pretestības aprēķins:

$$R_{\Sigma 1}^{(0,4\text{kV})} = R_{L1}^{(0,4\text{kV})} + R_{T1} + R_{TA1} + R_{\text{kont.}\Sigma} = \quad (6.15.)$$

$$X_{\Sigma 1}^{(0,4\text{kV})} = X_{S1}^{(0,4\text{kV})} + X_{L1}^{(0,4\text{kV})} + X_{T1} + X_{TA1} = \quad (6.16.)$$

$$Z_{\Sigma 1}^{(0,4\text{kV})} = \sqrt{\left(R_{\Sigma 1}^{(0,4\text{kV})}\right)^2 + \left(X_{\Sigma 1}^{(0,4\text{kV})}\right)^2} = \quad (6.17.)$$

Trīsfažu īsslēguma strāvas 0,4 kV sadalnē:

$$I_{K2}^{(3)} = \frac{U_{Z.\text{vid}}}{\sqrt{3}Z_{\Sigma 1}^{(0,4\text{kV})}}. \quad (6.18.)$$

## IZMANTOTĀ LITERATŪRA

1. K. Timmermanis un J. Rozenkrons. *Elektrisko staciju un apakšstaciju elektriskā daļa*. Rīga, Zvaigzne, 1987.
2. SLO. *Vidsprieguma tehnikas katalogs*. [tiešsaiste]. Pieejams: [https://www.slo.lv/upload/catalog/slo\\_katalogi/slo\\_vidsprieguma\\_katalogs\\_2016\\_web.pdf](https://www.slo.lv/upload/catalog/slo_katalogi/slo_vidsprieguma_katalogs_2016_web.pdf) [Skatīts 2018. g. 11. jūlijā].
3. Sadales tīkls. *Ikstundas patēriņa sadalījuma grafiki*. [tiešsaiste]. Pieejams: [http://www.sadalestikls.lv/lat/tirgus/informacija\\_tirgotajiem/ikstundas\\_paterina\\_sadalijuma\\_grafiks/](http://www.sadalestikls.lv/lat/tirgus/informacija_tirgotajiem/ikstundas_paterina_sadalijuma_grafiks/) [Skatīts 2018. g. 11. jūlijā].
4. Latvijas vides ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs. *Laika apstākļi 2017. gadam*. [tiešsaiste]. Pieejams: <https://meteo.lv/jaunumi/laika-apstakli/laika-apstakli-2017-gada-vasara?id=1107&cid=100> [Skatīts 2018. g. 11. jūlijā].
5. A. Vanags. *Elektriskie tīkli un sistēmas*. Rīga, RTU, 2007.
6. Б. Н. Неклепаев, И. П. Крючков. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для кусового и дипломного проектирование. Москва, Энергоатомиздат, 1989. 608 с.
7. *Pfiffner zemsprieguma strāvmaiņu katalogs*.
8. *Draka kabeļu katalogs*.
9. *EFEN augstsprieguma drošinātāju katalogs*.
10. Latvijas energostandarts LEK 048. *Elektroietaišu zemēšana un elektrodrošības pasākumi. Galvenās tehniskās prasības*.
11. Latvijas energostandarts LEK 042-1., LEK 042-2. *Pārspriegumu aizsardzība vidsprieguma elektrotīklos*.
12. POLIM-D. *ABB izlādņu katalogs*.
13. ETI *0,4 kV izlādņu katalogs*.
14. ETI. *Elektrotehniskie produkti. Katalogs 2012/2013*. [tiešsaiste]. Pieejams: [https://proelektro.eu/lv/userfiles/files/CatalogueLV\\_ETI\\_2012.pdf](https://proelektro.eu/lv/userfiles/files/CatalogueLV_ETI_2012.pdf) [Skatīts 2018. g. 11. jūlijā].
15. MK noteikumi Nr. 359. *Darba aizsardzības prasības darba vietās*. [tiešsaiste]. Pieejams: <https://likumi.lv/doc.php?id=191430> [Skatīts 2018. g. 11. jūlijā].
16. Latvijas standarts LVS EN 62305-3. *Zibensaizsardzība. 3. daļa. Aizsardzība pret būvju bojājumiem un dzīvības briesmām*.
17. OBO BETTERMAN. *Zibensaizsardzības sastāvdaļu katalogs*. [tiešsaiste]. Pieejams: [http://catalog4.obo-bettermann.com/catalogue/catalogue.do?favOid=tbs\\_261394&action=start&act=showIO&lang=lv&forward=showSolutionView&catId=KTS](http://catalog4.obo-bettermann.com/catalogue/catalogue.do?favOid=tbs_261394&action=start&act=showIO&lang=lv&forward=showSolutionView&catId=KTS) [Skatīts 2018. g. 11. jūlijā].
18. MK noteikumi Nr. 333. *Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu LBN 208-15 „Publiskas būves*. [tiešsaiste]. Pieejams: <https://likumi.lv/ta/id/274995-noteikumi-par-latvijas-buvnormativu-lbn-208-15-publiskas-buves-> [Skatīts 2018. g. 11. jūlijā].
19. Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija. *Ieteikumi videi draudzīgas būvniecības veicināšanai*. 2008. 96 lpp.
20. Latvijas energostandarts LEK 002. *Energoietaišu tehniskā ekspluatācija*.
21. Latvijas likums. *Darba aizsardzības likums*. [tiešsaiste]. Pieejams: <https://likumi.lv/doc.php?id=26020> [Skatīts 2018. g. 11. jūlijā].
22. Latvijas energostandarts LEK 025. *Drošības prasības, veicot darbus elektroietaisēs*.

## Pielikums 1

### Vienlaicības koeficients

Palielinoties elektroenerģijas patērētāju skaitam, pastāv lielāka iespēja, ka transformators netiks pilnībā noslogots. Katrs iedzīvotājs elektroenerģiju patērē sev vēlamā laikā, un tas ne vienmēr sakrīt ar citu māju vai dzīvokļu (kaimiņu) darbībām. Lai netiktu izvēlēts pārmērīgi liels transformators, tiek izmantota 1. tabula, kurā tiek norādīta lauksaimniecības reģiona vienlaicības koeficients atkarībā no patērētāju skaita.

1. tabula

Vienlaicības koeficients  $K_0$  atkarībā no patērētāju skaita

Patērētāju skaits	2	3	4, 5	6, 7	8–10	11–15	16–20	21–40	71–150	$\geq 151$
$K_0$	0,93	0,87	0,75	0,63	0,45	0,41	0,38	0,33	0,30	0,28

## Pielikums 2 Transformatoru pieļaujamā pārslodze

Katram transformatoram ir pieļaujama pārslodze. 2. tabulā ir apkopoti dati no dažādu jaudu un veidu transformatoriem.

2. tabula

### Transformatoru pieļaujamā pārslodze dažādos reglamentētos režīmos

Slodzes režīms un raksturlielumi	Transformatora jauda		
	Sadaltransformatori, kuru jauda $S \leq 2500$ kVA	Vidējas jaudas transformatori, kuru jauda $S \leq 100$ MVA	Lieljaudas transformatori, kuru jauda $S > 100$ MVA
<b>Sistemātiskās slodzes režīms</b>			
Strāva, rel. vien.	1,5	1,5	1,3
Tinumu viskarstākā punkta un citu ar izolāciju saskarē esošu metāla daļu temperatūra, °C	140	140	120
Eļļas augšējā slāņa temperatūra, °C	105	105	105
<b>Ilgstošās avārijas pārslodzes režīms</b>			
Strāva, rel. vien.	1,8	1,5	1,3
Tinumu viskarstākā punkta un citu ar izolāciju saskarē esošu metāla daļu temperatūra, °C	150	140	130
Eļļas augšējā slāņa temperatūra, °C	115	115	115
<b>Īslaicīgās (30 min) avārijas pārslodzes režīms</b>			
Strāva, rel. vien.	2,0	1,8	1,5
Tinumu viskarstākā punkta un citu ar izolāciju saskarē esošu metāla daļu temperatūra, °C	Nereglamentē	160	160
Eļļas augšējā slāņa temperatūra, °C	Nereglamentē	115	115

## Pielikums 3

3. tabula

## AXPK 0,4 kV kabeļa tehniskie parametri

Kabeļu pamatdati			4G16	4G25	4G35	4G50	4G70	4G95
EAN kods	64 100+		06 210 07-7	06210 08-4	06 210 09-1	06 210 10-7	06 210 11-4	06 210 12-1
Konstrukcijas dati								
Kabeļa ārējais diametrs (1)	mm		20	21	23	27	30	34
Svars (1)	alumīnijs	kg/km	165	265	365	495	720	995
	kabelis	kg/km	380	500	670	830	1170	1500
Piegādes dati								
Standarta piegādes garums	m		1000	1000	1000	1000	1000	1000
Standarta piegādes saiva			K12	K14	K16	K16	K18	K20
Kopējais svars (1)	kabelis + saiva	kg	470	615	865	1025	1400	1840
Mehāniskie dati (2)								
Minimālais pieļaujamais izliekuma rādiuss montāžas laikā	m		0,24	0,26	0,28	0,33	0,36	0,41
Minimālais pieļaujamais izliekuma rādiuss montāžas beigās (3)	m		0,17	0,19	0,20	0,23	0,26	0,29
Maksimāli pieļaujamais stiepes spriegums ar kabeļu satvērēju	kN		0,9	1,5	2,1	3,0	4,2	5,7
Maksimāli pieļaujamais stiepes spriegums ar vilkšanas ierīci	kN		3,2	5,0	7,0	10,0	14,0	19,0
Elektriskie dati (2)								
Dzīslas maksimālā aktīvā pretestība	vads +20 °C	Ω/km	1,91	1,20	0,868	0,641	0,443	0,320
Dzīslas maksimālā pilnā pretestība	vads +70 °C	Ω/km	2,3	1,5	1,0	0,77	0,53	0,39
Nominālā strāva (2)								
Zemē	vads +70 °C	A	78	100	125	150	185	220
Gaisā	vads +70 °C	A	64	83	105	125	155	190
	vads +90 °C	A	75	105	130	165	205	245
Īsslēguma strāva (2)								
Maksimāli pieļaujamā īsslēguma strāva 1 s (4)	kA		1,5	2,3	3,3	4,7	6,6	8,9



## 3. tabulas turpinājums

Kabeļu pamatdati			4G120	4G150	4G185	4G240	4G300
EAN kods	64 100+		06 210 13-8	06 210 14-5	06 210 15-2	06 210 16-9	
<b>Konstrukcijas dati</b>							
Kabeļa ārējais diametrs (1)	mm		38	42	47	53	58
Svars (1)	alumīnijs	kg/km	1260	1550	1950	2550	3190
	kabelis	kg/km	1900	2300	2800	3700	4600
<b>Piegādes dati</b>							
Standarta piegādes garums	m		1000	500	500	500	500
Standarta piegādes saiva			K22	K20	K20	K22	K24
Kopējais svars (1)	kabelis + saiva	kg	2310	1490	1740	2260	2750
<b>Mehāniskie dati (2)</b>							
Minimālais pieļaujamais izliekuma rādiuss montāžas laikā	m		0,46	0,51	0,57	0,64	0,70
Minimālais pieļaujamais izliekuma rādiuss montāžas beigās (3)	m		0,33	0,36	0,40	0,45	0,49
Maksimāli pieļaujamais stiepes spriegums ar kabeļu satvērēju	kN		7,2	8,5	8,5	8,5	8,5
Maksimāli pieļaujamais stiepes spriegums ar vilkšanas ierīci	kN		20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
<b>Elektriskie dati (2)</b>							
Dzīslas maksimālā aktīvā pretestība	vads +20 °C	$\Omega/\text{km}$	0,253	0,206	0,164	0,125	0,100
Dzīslas maksimālā pilnā pretestība	vads +70 °C	$\Omega/\text{km}$	0,31	0,25	0,20	0,16	0,13
<b>Nominālā strāva (2)</b>							
Zemē	vads +70 °C	A	225	290	330	375	430
Gaisā	vads +70 °C	A	220	250	285	330	380
	vads +90 °C	A	280	320	365	430	480
<b>Īsslēguma strāva (2)</b>							
Maksimāli pieļaujamā īsslēguma strāva 1 s (4)		kA	11,3	14,1	17,4	22,6	28,3

## Pielikums 4

4. tabula

Lauksaimniecisko patērētāju stilizēti tipveida diennakts slodžu grafiku varianti

Diennakts laiks	Lauksaimnieciskā slodze 1		Lauksaimnieciskā slodze 2		Lauksaimnieciskā slodze 3		Lauksaimnieciskā slodze 4	
	Ziema, %	Vasara, %	Ziema, %	Vasara, %	Ziema, %	Vasara, %	Ziema, %	Vasara, %
0.00–5.00	20	15	20	10	20	15	20	15
5.00–6.00	40	30	40	30	40	30	40	30
6.00–8.00	70	40	70	40	70	40	70	40
8.00–10.00	70	40	50	20	70	20	70	40
10.00–12.00	40	40	50	40	40	40	40	40
12.00–13.00	40	40	40	30	70	40	40	40
13.00–17.00	40	40	40	40	40	40	40	40
17.00–19.00	100	40	100	40	80	60	90	50
19.00–21.00	85	40	85	40	85	40	85	40
21.00–24.00	50	70	50	70	30	50	50	70

## Pielikums 5

5. tabula

Lauksaimniecisko patērētāju slodzes apkopojums: pieslēgto elektroiekārtu grupu aplēses jaudas noteikšanas tabula

Grupa	Patērētājs	Viena elementa aktīvā uzstādītā jauda $P_{ei}$ , kW	Skaitis	Elementu grupas aktīvā jauda $P_{ei}$ , kW	$\cos\varphi$	Elementu grupas reaktīva jauda $Q_{ei}$ , kvar	Elementu grupas pilnā jauda $S$ , kVA	$K_0$	$k_v$	$K_p$	Pilnā aplēses jauda $S_{apl}$ , kVA	Aktīvā aplēses jauda $P_{apl}$ , kW	Reaktīvā aplēses jauda $Q_{apl}$ , kvar
<b>Summa</b>													