

# Lielu pilsētu slodzes noteikšana sākuminformācijas nenoteiktības apstākļos

Svetlana Guseva, Riga Technical University, Lubov Kozireva, Riga Technical University, Nataļ Skobeleva, Riga Technical University

**Kopsavilkums.** Pilsētu elektroapgādes sistēmas attīstības uzdevumu risinājums notiek informācijas nepilnības un nenoteiktības apstākļos. Darbā ir apskatītas un analizētas metodes, pēc kurām var orientējoši novērtēt pilsētas un to atsevišķo rajonu perspektīvās aplēses slodzes. Izpildīta visu metožu aprobācija konkrētam piemēram – Rīgas pilsētas jaunam dzīvojamās apbūves mikrorajonam „Rumbula”. Noteikta orientējošā mikrorajona summārā slodze un apakšstacijas jauda uz perspektīvi līdz 2020. gadam.

**Atslēgas vārdi:** aplēses slodze, prognoze, slodzes blīvums, transformatoru jauda

## I. IEVADS

Pilsētu elektroapgādes sistēmas ir nepārtrauktas attīstības objekti. XX gadsimta beigās un XXI gadsimta sākumā Latvijā un tās lielākās pilsētās tika novērots pilsētu iedzīvotāju pieaugums un elektrisko slodžu un elektroenerģijas patēriņa būtiska palielināšana dzīvojamās, administratīvajos pilsētu rajonos un dažās rūpniecības zonās, pateicoties progresīvai elektrifikācijai komunālsadzīves un rūpniecības-ražošanas sfērās. Ekonomiskās krīzes dēļ, kas sākās XXI gadsimta pirmajā gadu desmita beigās, patēriņa pieaugums kļuva lēnāks vai dažos gados apstājās, bet var gaidīt, ka pēc recesijas perioda ekonomika stabilizēsies un patēriņa pieaugums turpināsies.

Pilsētu un to rajonu attīstības uzdevumiem ir nepieciešami elektrisko slodžu aprēķini elektroapgādes sistēmas elementu parametru (apakšstaciju jaudas, kabeļu un vadu šķērsriezumu, aizsardzības aparātus u.c.) racionālai izvēlei.

Attīstības objektam jārisina ilgtermiņa vai vidēja termiņa projektēšanas uzdevumus. Uz šādu perspektīvu uzdevumu risinājumam trūkst precīzas sākuma informācijas un objektu detalizētas izstrādāšanas. Pilsētas vai tās rajonu aplēses slodžu noteikšanai var izmantot tikai orientējošos, vispārīnātos rādītājus un metodes. Tas nozīmē, ka attīstības uzdevumu risinājums notiek informācijas nepilnības un nenoteiktības apstākļos.

Darbā ir aplūkotas un analizētas dažādas zināmās un iespējamās vispārīnātās metodes pilsētu slodzes novērtēšanai. Metožu analīzei un apkopošanai izmantoti literatūras avoti un

instruktīvie materiāli no Krievijas avotiem, no Latvijas energouzņēmumiem un dati no reāliem projektiem [1-6].

## II. PILSĒTAS SLODZES PROGNOZĒŠANA

Pilsētas summāro elektrisko slodzi veido dažādu grupu elektroenerģijas patērētāji. Šī slodze jānosēd ar nepieciešamu transformatoru apakšstaciju jaudu un skaitu:

$$S_{pils} = k_{0j} \cdot \sum_{i=1}^{n_{TA}} S_{TA,i} \quad (1)$$

kur  $S_{pils}$  - pilsētas summārā elektriskā slodze, MVA;

$S_{TA,i}$  -  $i$ -tās apakšstacijas slodze, MVA;

$k_{0j}$  - transformatoru slodžu maksimumu vienlaicīguma koeficients, atkarībā no TA skaita;

$n_{TA}$  - apakšstaciju skaits.

Slodzes prognozei jāievēro patērētāju slodzes pieaugums gados, jauno objektu pieprasītās jaudas, tehniskā iespējamība nosegt papildus jaudas un citi nosacījumi. Summāro pilsētas elektrisko slodzi ļoti ietekmē patērētāju summārā pieprasītā slodze, kurai ir nedrošs raksturs un nenoteiktā informācija par lielumiem un pieslēgšanas termiņiem. Ļoti grūti ievērot visus apstākļus pilsētas elektroapgādes perspektīvai attīstībai. Ievērojot, ka prognozēšana jāizpilda informācijas nenoteiktības apstākļos, iegūtiem rezultātiem ir orientējošais un rekomendējošais raksturs. Ar precizējošo informāciju saņemšanu prognoze un attīstības varianti savlaicīgi jākorģē.

Balstoties uz Latvijas energosistēmas reāliem elektroenerģijas patēriņiem, Rīgas pilsētas Attīstības plānu [1] un reālām slodzēm 2000.-2008. gados (1. tabulā), tiek izstrādāti energosistēmas patēriņa un pilsētas slodzes prognozes dažādi scenāriji uz 2020. gada perspektīvu un parādīti 1.attēlā, 2.tabulā un 2.attēlā. Iegūtās prognozes izmantotas metožu analīzē un aprobācijā.

1. TABULA

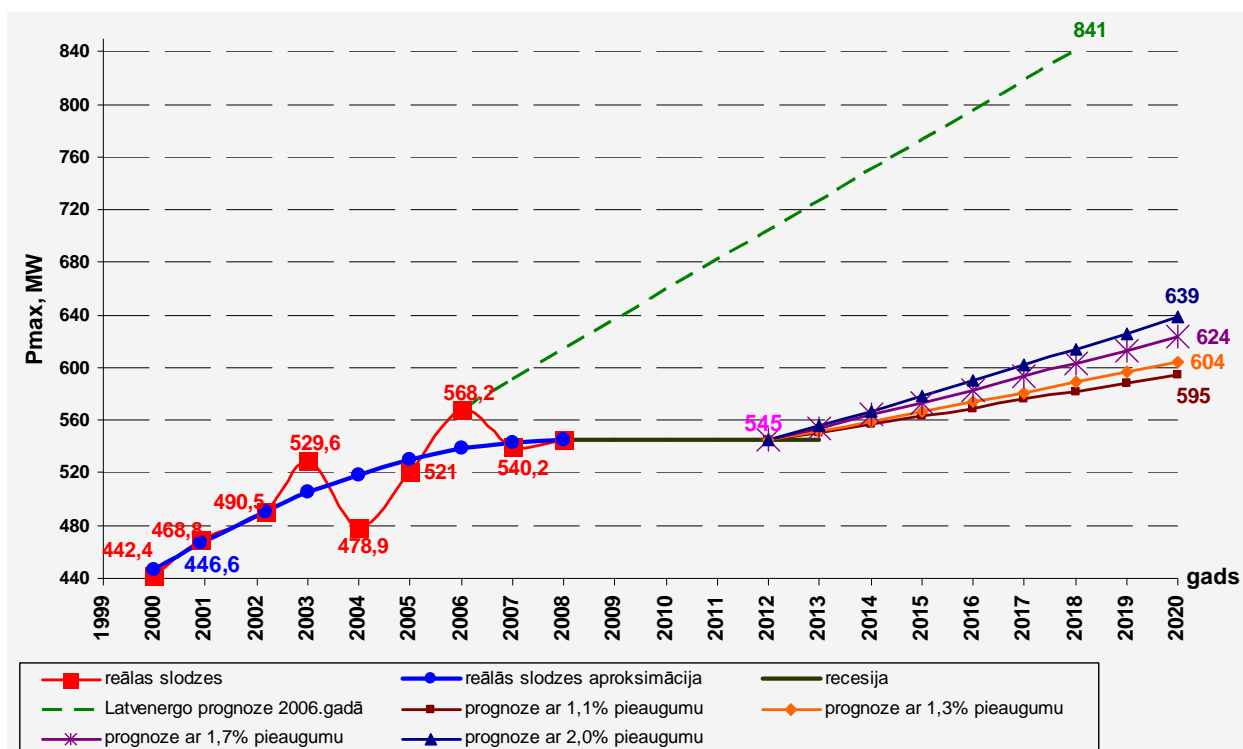
RĪGAS PILSĒTAS APAKŠSTACIJU REĀLĀ SUMMĀRĀ SLODZE 2000.-2008.G.G.

gads	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
$P_{max}$ , MW	442,4	468,8	490,5	529,6	478,9	521	568,2	540,2	545,0

2. TABULA

RĪGAS PILSĒTAS APAKŠSTACIJU PROGNOZĒTĀ SUMMĀRĀ SLODZE (AR DAŽĀDU PIEAUGUMU, %) UZ 2020.G.

Gads	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
$P_{max}$ , MW (ar 1,1%)	545	545	545	545	551	557	563	569	576	582	588	595
$P_{max}$ , MW (ar 1,3%)	545	545	545	545	552	559	567	574	581	589	597	604
$P_{max}$ , MW (ar 1,7%)	545	545	545	545	554	564	573	583	593	603	613	624
$P_{max}$ , MW (ar 2,0%)	545	545	545	545	556	567	578	590	602	614	626	639



1. att. Rīgas pilsētas transformatoru apakšstaciju summārās slodzes prognoze

### III. METODE PĒC ĪPATNĒJĀS APLĒSES SLODZES KOMUNĀLĀ UN SADZĪVES SEKTORĀ UN IEDZĪVOTĀJU SKAITA

Metode balstās uz īpatnējo aplēses slodzi (uz vienu cilvēku) pilsētas komunālā un sadzīves sektorā un iedzīvotāju skaitu pilsētā, tās dzīvojamajos rajonos, mikrorajonos, kvartālos utt. [2].

Pilsētas dzīvojamā rajona (mikrorajona utt.) orientējošo aplēses slodzi ir rekomendēts aprēķināt šādi [2]:

$$P_{apl} = p_{sl} \cdot N_{iedz} , \quad (2)$$

kur  $p_{sl}$  - īpatnējā aplēses slodze (uz vienu cilvēku) komunālā un sadzīves sektorā, kW/cilv;

$N_{iedz}$  - iedzīvotāju skaits mikrorajonā vai dzīvojamā rajonā, cilv.

Rīgas iedzīvotāju skaits uz 2020. gadu orientējoši ir pieņemts 609300 iedzīvotāji [5]. Pieņemts, ka slodze komunālsadzīves un servisa sektoros sastāda apmēram 70% no pilsētas summārās slodzes. Tad orientējošā īpatnējā slodze komunālsadzīves un servisa sektoros Rīgas pilsētā būs:

$$p_{sl} = 0,7 \cdot \frac{P_{max}}{N_{iedz}} = 0,7 \cdot \frac{(595 \div 639) \cdot 10^3}{609,3 \cdot 10^3} = (0,68 \div 0,73) \text{ kW/iedz} \quad (3)$$

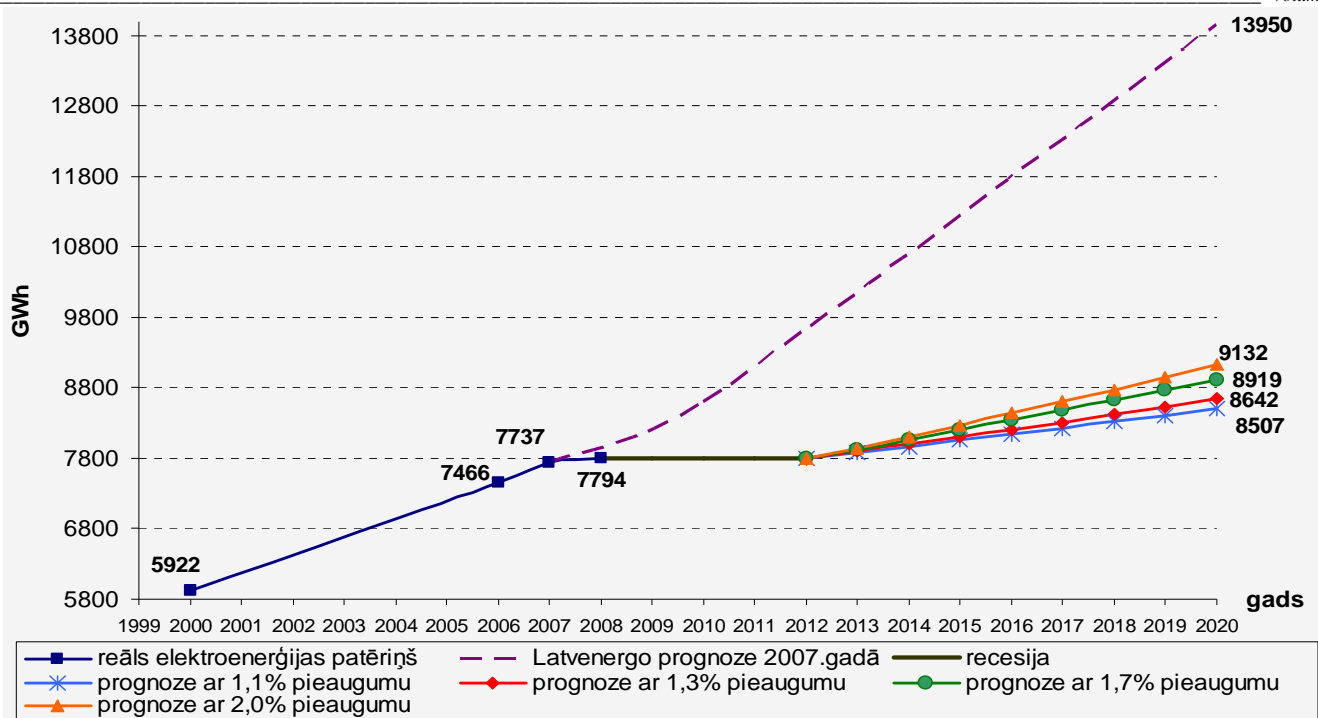
Izejot no īpatnējās aplēses slodzes komunālā un sadzīves sektorā  $p_{sl}$  un iedzīvotāju skaita, pēc (2) var aprēķināt dzīvojamo rajonu (mikrorajonu, kvartālu utt.) aplēses slodzi  $P_{apl}$  jebkurai perspektīvajam gadam, t.sk., 2020.gadam.

### IV. METODE PĒC ĪPATNĒJĀ ELEKTROENERĢIJAS PATĒRIŅĀ KOMUNĀLĀ UN SADZĪVES SEKTORĀ UN IEDZĪVOTĀJU SKAITA

Metode balstās uz īpatnējo elektroenerģijas patēriņu (uz vienu cilvēku) komunālā un sadzīves sektorā un iedzīvotāju skaitu.

Pilsētas dzīvojamā rajona vai mikrorajona orientējošo aplēses slodzi ir rekomendēts [2] aprēķināt šādi:

$$P_{apl} = \frac{\alpha \cdot p_{pat}}{T_{max}} \cdot N_{iedz} , \quad (4)$$



2. att. Latvijas elektroenerģijas prognoze

kur  $p_{pat}$  - īpatnējais elektroenerģijas patēriņš komunālā un sadzīves sektorā, kWh/cilv;

$T_{maks}$  - slodzes maksimuma izmantošanas laiks gadā;

$\alpha$  - koeficients, kas ievēro perspektīvā patēriņa pieaugumu.

$N_{iedz}$  - iedzīvotāju skaits mikrorajonā vai dzīvojamā rajonā, cilv.

Pēc Statistikas departamenta datiem [5] Latvijas kopējais iedzīvotāju skaits uz 2020. gadu pieņemts (2,22÷2,23) mljn. cilvēkus.

Tika izpildīta korekcija Latvenergo prognozei 2006.-2020.g.g. elektroenerģijas patēriņam Latvijā, kurš izstrādāts ekonomikas labvēlīgos apstākļos. Prognozē ievērots iespējamais recesijas periods ekonomikā 2008.-2012.g.g.

Balstoties uz Latvijas reāliem elektroenerģijas patēriņiem [7], tiek izstrādāti patēriņa prognozes scenāriji līdz 2020. gadam ( 2.attēlā). Pieņemts, ka patēriņš komunālā un sadzīves sektorā sastāda apmēram 70% no pilsētas summārā elektroenerģijas patēriņa  $A_{\Sigma}$ .

Tad, var saņemt orientējošo īpatnējo elektroenerģijas patēriņu uz vienu cilvēku komunālā un sadzīves sektorā Latvijā kā:

$$p_{pat} = 0.7 \cdot \frac{A_{\Sigma}}{N_{iedz}} = 0.7 \cdot \frac{(8507 \div 9132) \cdot 10^6}{2.225 \cdot 10^6} = (2676 \div 2873) \text{ kWh/cilv} \quad (5)$$

Izejot no īpatnējā elektroenerģijas patēriņa  $p_{pat}$ , pēc (4) var aprēķināt aplēses slodzi  $P_{apl}$  dzīvojamam rajonam vai mikrorajonam pēc to iedzīvotāju skaita.

#### V.METODE PĒC ĪPATNĒJĀS APLĒSES SLODZES KOMUNĀLĀ UN SADZĪVES SEKTORĀ UN APBŪVES TERITORIJAS DZĪVOJAMĀS PLATĪBAS

Šī metode balstās uz īpatnējo aplēses slodzi (uz vienu cilvēku) komunāla un sadzīves sektorā un apbūves teritorijas dzīvojamo platību (mikrorajona, iecirkņa, kvartāla).

Aplēses slodze var būt noteikta pēc formulas:

$$P_{apl} = 1,2 \cdot (p_{dz} + p_{sab}) \cdot F_{pl}, \quad (6)$$

kur  $p_{dz}$  - māju dzīvokļu īpatnējā aplēses aktīvā slodze pēc 3. tabulas,  $W/m^2$ ;

$p_{sab}$  - rajona (mikrorajona, kvartāla) sabiedrisko ēku īpatnējā aktīvā slodze,  $kW/m^2$ , mājām ar elektriskām plītīm  $4,6 W/m^2$ , bet mājām ar gāzes plītīm-  $4,3 W/m^2$  (pēc Rīgas pilsētas veiktām slodžu mērījumiem) [8];

$F_{pl}$  - rajona dzīvojamais fonds,  $m^2$ ;

1,2 - koeficients, kas ievēro pilsētas ielas apgaismojuma slodzi, sīkus rūpniecības patērētājus un pilsētas elektrificēto transporta patēriņu

Vecā Rīgas dzīvojamā fonda dominējošajā daļā - daudzdzīvokļu ēkās - normālos apstākļos (tuvu rudens maksimumam) īpatnējās elektriskās slodzes (uz dzīvojamā fonda kopējās platības vienību) maksimumā stundās novērtēta robežās no  $8,5$  līdz  $10 W/m^2$ , diennakts vidējās stundas vērtības ir  $4,3$  līdz  $4,6 W/m^2$ , nakts minimuma stundas vērtības ir apmēram  $2,5 W/m^2$ .

Rajona (mikrorajona utt.) dzīvojamo fondu var atrast pēc formulas [6]:

$$F_{pl} = \Pi_i \cdot \delta_F \quad (7)$$

kur  $\delta_F$  - dzīvojamā fonda blīvums,  $m^2/ha$ ;

$\Pi_i$  – mikrorajona platība, ha.  
Cītādi rajona (mikrorajona, utt.) dzīvojamo fondu var atrast šādi:

$$F_{pl} = F_{norm} \cdot N_{iedz} \quad (8)$$

kur  $F_{norm}$  - rekomendētā īpatnējā platība (uz vienu cilvēku), m<sup>2</sup>/cilv.

3. TABULA

DZĪVOJAMO MĀJU ĪPATNĒJĀ APLĒSES SLODZE UZ 0,4kV KOPNĒM  $P_{Dz}$ , (W/M<sup>2</sup>)

Stāvu skaits	Ar dabasgāzes plītīm	Ar šķidrās gāzes plītīm vai plītīm ar cieto kurināmo	Ar elektriskajām plītīm
1-2 stāvu ēkas	15,0/0,96	18,4/0,96	20,7/0,98
3-5 stāvu ēkas	15,8/0,96	19,3/0,96	20,8/0,98
Vairāk par 5 stāvu ar dzīvokļu skaitu virs 6 stāva			
• 20%	15,6/0,94	17,2/0,94	20,2/0,97
• 50%	16,3/0,93	17,9/0,93	20,9/0,97
• 100%	17,4/0,92	19,0/0,92	21,8/0,96
Vairāk par 5 stāvu ar paaugstinātu komfortu dzīvokļiem	-	-	17,8/0,96

## VI. METODE PĒC VIDĒJĀ SLODZES BLĪVUMA UN APBŪVES TERITORIJAS PLATĪBAS

Metode balstās uz vidējiem slodzes blīvumiem pilsētu rajonos ar dažādu stāvu apbūvi un apbūves teritorijas platības. Pamatojoties uz vidējo slodzes blīvumu esošos pilsētas mikrorajonos var noteikt orientējošo slodzi perspektīvās apbūves mikrorajonos ar attiecīgo stāvu apbūvi:

$$P_{apl} = S_{max} \cdot \cos \varphi = \sigma_i \cdot \Pi_i \cdot \cos \varphi \quad , \quad (9)$$

kur  $S_{max}$  – summārā rajona vai mikrorajona (iecirkņa) maksimālā slodze, MVA.

$\sigma_i$  – vidējais slodzes blīvums i-tajā mikrorajonā, MVA/km<sup>2</sup>;

$\Pi_i$  – mikrorajona platība, km<sup>2</sup>;

$\cos \varphi$  - tikla jaudas koeficients.

Ja rajonā ir mikrorajoni vai kvartāli ar dažādu stāvu apbūvi un slodzes blīvumu, tad orientējošā slodze perspektīvās apbūves rajonā ir:

$$S_{max} = \sigma_1 \cdot \Pi_1 + \dots + \sigma_i \cdot \Pi_i \quad , \quad (10)$$

kur  $\sigma_1 - \sigma_i$  - vidējie slodzes blīvumi dažādos mikrorajonos, MVA/km<sup>2</sup>;

$\Pi_1 - \Pi_i$  – atsevišķu mikrorajonu platības, km<sup>2</sup>.

Vidējais slodzes blīvums rajonā šajā gadījumā [10]:

$$\sigma_{vid} = \frac{k_{o,j} \cdot (S_{TA,1} + S_{TA,2} + \dots + S_{TA,i})}{k_{pkl} \cdot (\Pi_{TA,1} + \Pi_{TA,2} + \dots + \Pi_{TA,i})} \quad , \quad (11)$$

kur  $\Pi_{TA,i}$  – i-tās apakšstacijas apkalpes zona;

$k_{pkl}$  - koeficients, kas ievēro iespējamo apakšstaciju apkalpes zonu pārklāšanu.

## VII. MIKRORAJONA „RUMBULA” APLĒSES SLODZES NOTEIKŠANA

Augstāk minētās 4 metodes tiek aprobētas konkrētam piemēram – jauna mikrorajona „Rumbula” aplēses slodzes noteikšanai.

21.03.2007. gada Rīgas Dome atbalstīja jaunā Rumbulas dzīvojamā rajona būvniecības koncepciju. Rīgas pilsētai piederošajā 196 hektārus lielajā zemesgabalā piedāvāts veidot Rumbulas dzīvojamo rajonu. Apbūvei plānots izmantot 66 hektāru teritorijas. Ir paredzēta 3-37 stāvu mājas būvniecība.

No Rīgas Domes Attīstības departamenta materiāliem [1] tiek saņemta un apkopota Rumbulas rajona pieejama informācija. Rumbulā plānots uzbūvēt aptuveni 6600 dzīvokļus un 1500 birojus. Paredzēts, ka jaunajā dzīvojamajā rajonā atradīsies 2 skolas ar 950 vietām, bērnudārzi 1 148 – 1 640 bērniem, stāvvietas 12 230 – 16 670 automašīnām. Orientējošs iedzīvotāju skaits tiek pieņemts 35470 cilvēku [9].

### 1.metode

Metodes izmantošanai jāzina īpatnējo aplēses slodze pilsētas komunālā un sadzīves sektorā un iedzīvotāju skaits mikrorajonā. Īpatnējā aplēses slodze uz vienu cilvēku komunālā un sadzīves sektorā Latvijā tika noteikta agrāk (metodes aprakstā) un pieņemta  $p_{sl} = (0,68 \div 0,73)$  kW/cilv. Tad mikrorajona „Rumbula” aktīvā slodze pēc (2):

$$P_{apl} = p_{sl} \cdot N_{iedz} = (0,68 \div 0,73) \cdot 35470 = \\ = (24,12 \div 25,89) (MW)$$

Ievērojot sīkus rūpniecības patērētājus, ielas apgaismojumu un pilsētas elektrificēto transporta patēriņu, ievadam paaugstinošo koeficientu 1,2. Tad, mikrorajona „Rumbula” aplēses aktīvā slodze:

$$P_{apl} = 1,2 \cdot (24,12 \div 25,89) = (28,94 \div 31,07) (MW)$$

Pilnās jaudas noteikšanai izmantosim vidējo jaudas koeficientu  $\cos \varphi_{vid} = 0,95$ :

$$S_{apl} = \frac{P_{apl}}{\cos \varphi_{vid}} = \frac{(28,94 \div 31,07)}{0,95} = (30,46 \div 32,7) (MVA)$$

### 2.metode

Metodes izmantošanai jāzina īpatnējais elektroenerģijas patēriņš komunālā un sadzīves sektorā un iedzīvotāju skaits.

Paņemot agrāk aprēķināto (metodes aprakstā) īpatnējo elektroenerģijas patēriņu komunālā un sadzīves sektorā gadā

$p_{pat} = (2676 \div 2873)$  kWh/cilv., ievērojot mikrorajona cilvēku skaitu un pieņemot maksimāla slodzes izmantošanās laiku  $T_{maks} = 4600$  h/g. [2], noteicam aplēses slodzi:

$$P_{apl} = \frac{P_{pat}}{T_{max}} \cdot N_{civ} = \frac{(2676 \div 2873)}{4600} \cdot 35470 = (20,63 \div 22,15) (MW)$$

un pilnā aplēses slodze:

$$S_{apl} = 1,2 \cdot \frac{P_{apl}}{\cos \varphi_{vid}} = 1,2 \cdot \frac{(20,63 \div 22,15)}{0,95} = (26,06 \div 27,98) (MVA)$$

### 3. metode

Metodes izmantošanai jāzina īpatnējo aplēses slodze komunālā un sadzīves sektorā un apbūves teritorijas dzīvojamās platības.

Balstoties uz Rīgas Attīstības plānu, īpatnējās aplēses platība (uz vienu cilvēku) uz 2020. gadu ir prognozēts 28,5 m<sup>2</sup>/cilv. Ievērojot recesijas laiku, aplēses platība tiek paņemta robežās – (25,0 ÷ 28,5) m<sup>2</sup>/cilv. Varam aprēķināt mikrorajona dzīvojamo fondu pēc formulas:

$$F_{pl} = F_{norm} \cdot N_{iedz} = (25 \div 28,5) \cdot 35470 = (886750 \div 1010895) m^2$$

Tā kā Rumbulā tiek paredzēta 3-37 stāvu mājas būvniecība ar elektriskām plītīm, tad par māju dzīvokļu īpatnējo aplēses aktīvo slodzi no Krievijas avotiem paņemam vidējo orientējošo vērtību 21 W/m<sup>2</sup>, bet par rajona sabiedrisko ēku īpatnējo aktīvo slodzi- 4,6 W/m<sup>2</sup>. Rezultātā pēc (6) iegūstam:

$$S_{apl} = \frac{1,2 \cdot (0,021 + 0,0046) \cdot (886750 \div 1010895)}{0,95} = (28,67 \div 32,69) (MW)$$

### 4. metode

Metodes izmantošanai jāzina slodzes blīvumi dažādu stāvu apbūvei un apbūves teritorijas platības konkrētai apbūvei vai atsevišķiem kvartāliem.

Mikrorajons „Rumbula” pēc apbūves plāna [1] tiek sadalīts 14 kvartālos, kuriem ir dažas stāvu apbūves platības.

4. un 5. tabulās pēc AS „Sadales Tīkls” datiem un no projektēšanas pieredzes pieņemti slodzes blīvumu līmeņi. Veikti Rumbulas rajona orientējošās aplēses slodzes aprēķini pēc pieņemtiem slodzes blīvumiem dažādu stāvu apbūvei un to platībām (4.tabulā) un pēc vidējiem slodzes blīvumiem kvartālos un kvartālu platībām (5. tabulā).

No 4. un 5. tabulām pilnā slodze, ievērojot sīkus rūpniecības patērētājus, ielu apgaismojumu un papildslodzēm  $S_{pap}$  (iespējamām sabiedriskām ēkām, kultūras un tirdzniecības centriem), aptuveni var sastādīt:

$$S_{apl} = 1,2 \cdot S_{apl.rd} + k_o \cdot S_{pap} = 1,2 \cdot ((17,2 \div 21,2) + 0,7 \cdot 0,7) = (26,5 \div 31,3) (MVA)$$

kur  $S_{apl.rd}$  – pilsētas rajonu atsevišķu daļu slodze;  $k_o$  – slodžu maksimumu vienlaicīguma koeficients.

4. TABULA

RUMBULAS RAJONA ORIENTĒJOŠĀ APLĒSES SLODZE PĒC STĀVU APBŪVES PLATĪBĀM

Apbūves veids, st.sk.	Π, km <sup>2</sup>	Rajonu slodzes blīvums σ, MVA/km <sup>2</sup>	Rajona daļas aplēses jauda, S <sub>apl.rd</sub> , MVA
3	1,5216	2,9 - 3,6	4,90 - 6,09
4	0,3189	3,6 - 4,5	1,28 - 1,60
5	0,0030	4,5 - 5,5	0,01 - 0,02
6	0,1241	5,5 - 6,5	0,76 - 0,90
7÷9	0,9789	6,5 - 8	7,07 - 8,70
13÷17	0,0155	13 - 16	0,22 - 0,28
18÷24	0,0941	17 - 22	1,78 - 2,30
25	0,0411	25 - 28	1,14 - 1,28
Σ	3,097	5,6 - 6,8	17,19 - 21,16

5. TABULA

RUMBULAS RAJONA ORIENTĒJOŠĀ APLĒSES SLODZE PĒC KVARTĀLIEM

Kvartāla Nr.	Stāvu apbūves	Apbūves platība, km <sup>2</sup>	Rajonu slodzes blīvums σ, MVA/km <sup>2</sup>	Rajona daļas aplēses jauda, S <sub>apl.rd</sub> , MVA
1 ÷ 8	3; 5	1,2674	2,90÷3,60	3,68÷4,57
9 ÷ 12	4; 7-9	0,9199	6,07÷ 7,48	5,58÷6,88
13	3; 7-9; 13-17; 18-24; 25	0,5067	11,99÷14,72	6,08÷7,46
14	4; 6; 7-9	0,4030	4,60÷5,59	1,85÷2,25
Σ		3,10	5,6÷6,8	17,19÷21,16

Dažādu aprēķinu metožu salīdzinājuma rezultāti Rumbulas mikrorajona apstākļiem doti 6. tabulā.

6. TABULA

METOŽU SALĪDZINĀŠANAS TABULA

	Aplēses slodze S <sub>apl</sub> , MVA
1. metode	(30,5 ÷ 32,7)
2. metode	(26,1 ÷ 27,9)
3. metode	(28,7 ÷ 32,7)
4. metode	(26,5 ÷ 31,3)

Atšķirību rezultātos var paskaidrot ar informācijas dažāda līmeņa precizitāti. 3. metodei ir nepieciešama informācija no valsts vai pilsētas iestādēm, 1., 2. un 4. metodēs izmantota informācija no energouzņēmumiem, kuru vieglāk iegūt, sistematizēt, apkopot un koriģēt. Tad, var rekomendēt 4.

metodi par pamatu, 1. un 2., kā pārbaudes metodes, un 3., kā papildus pārbaudes metodi.

Tālākos aprēķinos izmantotas 4. metodes aplēses slodzes vērtības robežās -  $(26,5 \div 31,5)$  MVA.

### VIII. APAKŠSTACIJAS TRANSFORMATORU NOMINĀLĀS JAUDAS IZVĒLE

Zinot summāro aplēses slodzi, varam izvēlēties transformatoru nominālo jaudu.

Spēka transformatoru jaudu  $S_{TA}$  var aprēķināt pēc formulas:

$$S_{TA} = S_{apl} = n \cdot \beta \cdot S_{nom} \quad (12)$$

kur  $n$  - transformatoru skaits apakšstacijā;

$\beta$  - transformatora noslodzes koeficients;

$S_{nom}$  - transformatora nominālā jauda.

Pieņemot transformatora noslodzes koeficientus:

a) divtransformatoru apakšstacijai  $\beta = 0,5$ , iegūstam pēc (12) un no 6. tabulas:

$$S_{nom} = \frac{(26,5 \div 31,5)}{2 \cdot 0,5} = (26,5 \div 31,5) \text{ MVA};$$

b) divtransformatoru apakšstacijai  $\beta = 0,7$ , iegūstam pēc (12) un no 6. tabulas:

$$S_{nom} = \frac{(26,5 \div 31,5)}{2 \cdot 0,7} = (18,93 \div 22,5) \text{ MVA}.$$

Pēc ekspluatācijas noteikumiem Rīgas tīklā nav atļauta transformatora ilgstoša noslodze pēcavārijas režīmā (TA viena no diviem transformatoriem atslēgšanas gadījumā) augstāk par transformatora nominālo jaudu. Tāpēc izvēlam divtransformatoru TA ar nominālo jaudu  $2 \times 32$  MVA pie noslodzes koeficienta  $\beta=0,5$ .

### IX. SECINĀJUMI

Darbā piedāvāta metodika pilsētu un to rajonu slodžu noteikšanai attīstības uzdevumos nepilnības un nenoteiktas informācijas apstākļos. Apskatītas četras metodes, ar kurām var orientējoši novērtēt pilsētu un to rajonu slodzes, izpildīts metožu salīdzinājums un analīze. Metodika aprobēta Rīgas pilsētas perspektīvā mikrorajona „Rumbula” aplēses slodzes noteikšanai un transformatoru apakšstacijas jaudas izvēlei.

### PATEICĪBA



Šis darbs izstrādāts ar Eiropas Sociālā fonda atbalstu projektā „Atbalsts RTU doktora studiju īstenošanai”.

### LITERATŪRAS SARAKSTS

- [1] <http://www.rdpad.lv/> „Rīgas teritorijas plānojums 2006-2018 gadam”. - Rīgas domes interneta portāls, 2005.
- [2] *Справочник по проектированию электрических сетей*. /Под ред. Д.Л.Файбисовича, издание 2-е, -Москва: Издательство НИЦ ЭНАС, 2006, – 102 с.
- [3] *PM-2696-01. Временная инструкция по расчету электрических нагрузок жилых зданий*. Введена в действие с 31.07.2001. – Москва: МНИИТЭП.
- [4] *РД 34.20.185-94. Нормативы для определения расчётных электрических нагрузок зданий (квартир), коттеджей, микрорайонов (кварталов) застройки и элементов городской распределительной сети*.- Москва: МНТОЭ, 1995.
- [5] <http://www.csb.gov.lv>
- [6] <http://www.mosgorstroj.ru>
- [7] [www.energo.lv](http://www.energo.lv). Latvijas interneta portāls.
- [8] *Rīgas mājojumu iepatējamās elektriskās slodzes – instruments energoefektivitātes paaugstināšanas plānošanai* // Energētika un automatizācija, Nr.10, 2008.
- [9] <http://www.apollo.lv/portal/ipasums/articles/95848> - Latvijas interneta portāls.
- [10] S.Guseva, N.Skobeleva, N.Breners, O. Borščevskis. *Pilsētu transformatoru apakšstaciju apkopes zonu modelēšana* //Energētika un Elektrotehnika, ser. 4, sēj. 24, 2009, 32-30 lpp.



**Svetlana Guseva** received Dipl. Eng. from Riga Polytechnic Institute (RPI) in 1964, Cand. Techn. Sc. degree from Byelorussian Polytechnic Institute (BPI) in 1987 and Dr. Sc. Ing. degree in 1992 from Riga Technical University (RTU). She has been working in RTU (earlier RPI) from 1965, from 2003 she is Associated professor of RTU. Her research include Power System Mathematical Simulation and Optimization.  
Addr.: Kronvalda blv.,1, LV-1010, Riga, Latvia  
Phone: +371 7089938, fax: +371 7089931  
E-mail: [guseva@eef.rtu.lv](mailto:guseva@eef.rtu.lv)



**Lubov Kozireva** received B.Sc. degree in electrical engineering from the Riga Technical University, Riga, Latvia, in 2008. She is an Mag. student at Riga Technical University, Power Engineering Institute, Riga, Latvia.  
Addr.: Kronvalda blv., 1, LV-1010, Riga, Latvia  
Phone: +371 28307721,  
E-mail: [luba1302@inbox.lv](mailto:luba1302@inbox.lv)



**Nataly Skobeleva** received Dipl. Eng. from Riga Polytechnic Institute (RPI) in 1990, Mg..Sc. Ing. degree from Riga Technical University (RTU) in 1996, from 2007 she is PhD student and researcher in RTU  
Addr.: Kronvalda blv.,1, LV-1010, Riga, Latvia  
Phone: +371 26161738, fax: +371 7089931  
E-mail: [Nataly\\_Skobeleva@olimps.lv](mailto:Nataly_Skobeleva@olimps.lv)

**Svetlana Guseva, Lubov Kozireva, Nataly Skobeleva . Load definition of major cities in the conditions of initial information's uncertainty.**

Urban power supply systems are objects of non-continuous development. Last years due to economic crises load growth has slowed or stopped altogether some years. Despite this, the ongoing reconstruction of the elements of urban power system and networks and new construction in a small volume. The electric loads' calculations of cities, its regions and microdistricts are necessary for rational choice of power supply system's parametres, like substation's power, its devices' technical characteristics, cross sections of cables and wires, protective devices and so on. It is an important factor for projecting and exploitation any objects to ensure a rational development and functioning of networks.

In the conditions of initial information's uncertainty rated load of cities or its regions is determined only by generalized factors. In the work four load definition's orientating methods of city's network's elements are examined and analysed: method for specific rated load in communal and social sector and in terms of population, method for specific consumption of electricity in communal and social sector and in term of population, method for specific rated load in communal and social sector and of building territory's living area, method for average load density and building territory's area. In the work methods are examined into concrete example – new dwelling microdistrict „Rumbula” of Riga city. In the first conditions of initial information's uncertainty microdistrict's orientating total load is defined. Substation's nominal power is chosen. Substation of 2x32MVA power is recommended to built. Method for average load density and of building territory's area is recommended for load definition. The others methods must be used for check of results.

**Светлана Гусева, Любовь Козырева, Наталья Скобелева. Определение нагрузок больших городов в условиях неопределённости исходной информации.**

Системы электроснабжения городов находятся в процессе непрерывного развития. В последние годы в связи с экономическим кризисом рост нагрузок в системе замедлился, а в отдельные годы, вообще, остановился. Несмотря на это, продолжается реконструкция элементов электрических сетей и строительство новых объектов в небольшом объеме. Для обоснованного выбора параметров системы электроснабжения необходимы расчёты электрической нагрузки городов, районов, микрорайонов и объектов: мощностей трансформаторных подстанций, технических характеристик их оборудования, сечений кабелей и проводов, характеристик защитных аппаратов и т.д. Это очень важный фактор проектирования и эксплуатации любого объекта для обеспечения рационального развития и функционирования сетей.

В условиях неполноты и неопределённости исходной информации возможно только ориентировочное определение расчётной нагрузки города или района по обобщённым показателям. В работе рассмотрены 4 ориентировочных метода по определению расчётной нагрузки элементов городских сетей: метод по удельной расчётной нагрузке в коммунальном и бытовом секторе и численности населения, метод по удельному потреблению электроэнергии в коммунальном и бытовом секторе и численности населения, метод по удельной расчётной нагрузке в коммунальном и бытовом секторе и жилой площади территории застройки, метод по средней плотности нагрузки и площади территории застройки. В работе рассмотрено применение методов на конкретном примере – новом жилом микрорайоне Румбула города Риги. В условиях неполноты и неопределённости исходной информации о перспективном микрорайоне определена его ориентировочная суммарная нагрузка. Выбрана номинальная мощность трансформаторов подстанции. Рекомендован выбор подстанции мощностью 2x32MVA. Для определения расчетной нагрузки рекомендован метод по средней плотности нагрузки и площади территории застройки, остальные методы целесообразно использовать для проверки результатов.