

Evaluation of Customer Costs of Reliability with Time-variable Loads and Outage Costs

Aleksandrs Lvovs (Riga Technical University – RTU) and Anna Mutule (RTU)

Keywords – Life Cycle Analysis (LCA), reliability, power supply.

I. INTRODUCTION

Reliability of power supply is one the main parameters describing power system operation. Optimal power supply reliability level contributes to economically efficient work of power system that includes expenses of system operators and customer costs. It is quite hard to evaluate customer costs of reliability (CCR) and make decision on appropriate amount of investments in grid.

To evaluate CCR, information about power supply interruption costs, as well as amount of interrupted power and energy not supplied should be known.

Further there is discussed problem of CCR identification using time variable loads of customers instead of more traditional usage of average loads.

II. FORMULATION OF PROBLEM

In the most cases analysis of CCR and energy not supplied (ENS) is performed using average loads. In such case energy consumption is replaced by average load of load point during some long period of time – season, like in [4], year, like in [5] or other time period, like in [6]. For calculation of ENS average load of year/season/other period is multiplexed with average power supply interruption time of customers.

Comparing high cost periods indicated in [1] – [3] with interrupted load and ENS of the two sectors, we can conclude that costs of Commerce and Services have god correlation with load values. In this case average load can be used for identification of CCR.

In case of Industry sector we cannot see the same correlation between high costs and periods with the biggest values of ENS and loads. Such situation can be explained by the effect of technological process in industry. In such case usage of average load value for calculation of CCR can lead to large scale errors, because even in Latvia, where Industry sector is assumed to be relatively small, it makes more than 25% of all electrical energy consumption [8] (f.v.).

To make calculation of CCR more precise, time-variable loads should be used in calculations.

III. APPROACH FOR EVALUATION OF CUSTOMER COSTS OF RELIABILITY

Flowchart, developed by authors of the paper, given in Fig.5 illustrates structure of proposed approach for evaluation of CCR that is based on evaluation of effect of interruptions occurring at distribution network level.

To calculate CCR for the regime re , ENS and interrupted load for each hour of a 24 hour (a day) period are calculated. CCR is calculated based on the information of each hour's ENS and interrupted load. CCR is formed by costs caused by short (< 3 min.) and long (> 3min.) power supply interruptions and can be calculated using (1):

$$CCR = CCR_s + CCR_l \quad (1)$$

Where

CCR_s – customer costs of reliability caused by short (< 3 min.) power supply interruptions [monetary units].

CCR_l - customer costs of reliability caused by long (> 3 min.) power supply interruptions [monetary units].

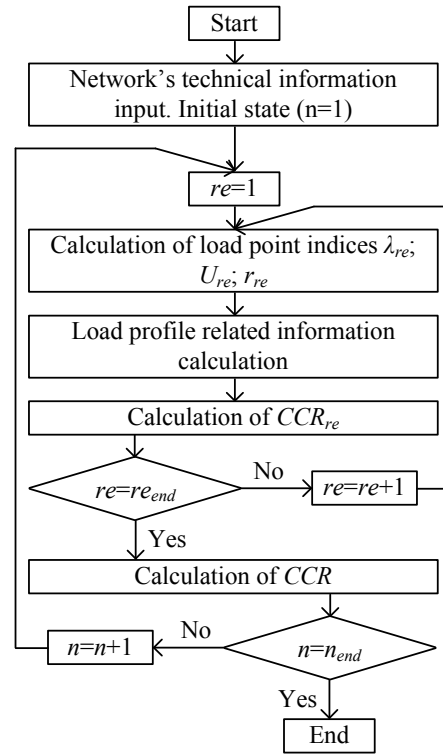


Fig. 5. CCR calculation flowchart.

REFERENCES

- [1] N. Kaur, S. Gurdip, M.S. Bedi and T. Bhatti, Evaluation of Customer Interruption Cost for Reliability Planning of Power Systems in Developing Economies. 8th International Conference on Probabilistic Methods Applied to Power Systems, September 12-16, 2004, Ames, Iowa, USA.
- [2] N.R. Karki, A.K.Verma, A.K. Mishra, J. Shrestha, M. Bhatkar, Industrial customers' survey for outage cost valuation in a developing country. North American Power Symposium (NAPS), October 4, 2009, Starkville, Mississippi, USA.
- [3] R.N. Allan, K.K. Kariuki, "Factors affecting customer outage costs due to electric service interruptions," IEE Proceedings Generation, Transmission & Distribution, Vol.153, Issue 6, pp.521-528, Nov. 1996.

Patērētāju drošuma izmaksu novērtējums ar laikā mainīgo slodzes un pārtraukumu izmaksām

Aleksandrs Lvovs (*Riga Technical University – RTU*) and Anna Mutule (*RTU*)

Atslēgvārdi (angl.) – Life Cycle Analysis (LCA), reliability, power supply.

I. IEVADS

Elektroapgādes drošums ir viens no galvenajiem parametriem, kas raksturo energosistēmas darbību. Optimālais energoapgādes drošuma līmenis veicina ekonomiski efektīvu darbu energosistēmā, kas ietver sistēmas operatoru un patērētāju izmaksas. Ir diezgan sarežģīti novērtēt patērētāju drošuma izmaksas (CCR) un pieņemt lēmumu par attiecīgu investīciju daudzumu tīklam.

Lai novērtētu CCR, jābūt informācijai par elektroapgādes pārtraukumu radītajām izmaksām, kā arī par pārtrauktas jaudas un elektroenerģijas vērtībām.

Rakstā ir apspriesta CCR identifikācijas problēma, izmantojot laikā mainīgās patērētāju slodzes tradicionāli pielietoto vidējo slodžu vietā.

II. PROBLĒMAS FORMULĒŠANA

Vairumā gadījumu CCR analīze un enerģijas nepiegāde (ENS) tiek veikta, izmantojot vidējās slodzes. Tādā gadījumā enerģijas patēriņu aizstāj ar vidējo sezonas slodzi slodzes brīdī kādu ilgu laiku -, tāpat kā [4] (F.V.), gads, līdzīgi kā [5] (F.V.), vai cita laika periodu, tāpat kā [6] (F.V.). ENS aprēķina vidējo slodzi gadam / sezonai / citam periodam daudzkārtīgi ar vidējo elektroenerģijas pārtraukumiem laikā patērētājiem.

Salīdzināti augstu izmaksu periodi norādīti [1] - [3] ar pārtraukto slodzes un ENS abu sektoru, mēs varam secināt, ka izmaksas tirdzniecības un pakalpojumu sniedzējiem ir laba korelācija ar slodzes vērtībām. Šajā gadījumā vidējo slodzi var izmantot CCR identifikācijai.

Rūpniecības sektorā mēs nevaram redzēt tās pašas sakarības starp augstām izmaksām un periodiem ar lielākajām ENS un slodzes vērtībām. Tādu situāciju var izskaidrot ar tehnoloģisko procesu rūpniecībā. Šajā gadījumā izmantošanas vidējās slodzes vērtības aprēķins CCR var izraisīt liela mēroga kļūdas, jo pat Latvijā, kur rūpniecības sektors ir salīdzinoši neliels, tas izmanto vairāk nekā 25% no visa elektroenerģijas patēriņa [8] (f.v.).

Lai CCR aprēķinus padarītu precīzākus, laikā mainīgajām slodzēm jābūt izmantotām aprēķinos.

III. PATĒRĒTĀJU DROŠUMA IZMAKSU METODES NOVĒRTĒJUMS

Struktūrshēma, kas ir izstrādāta ar publikācijas autoriem un dota 5. att., parāda struktūru piedāvātajai pieejai CCR novērtējumam.

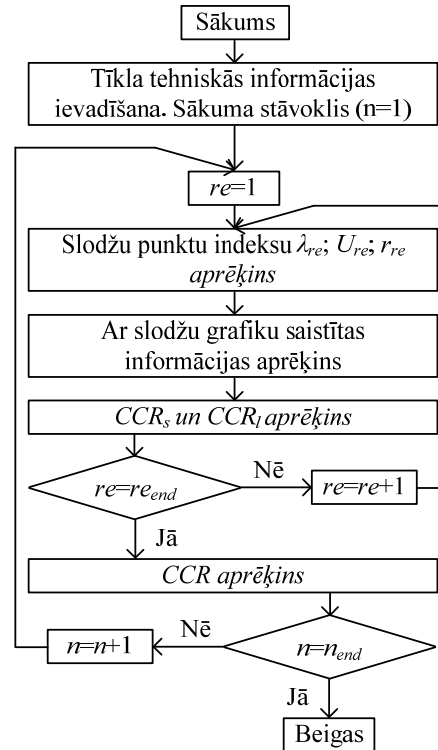
Lai aprēķinātu CCR režīmam re , tiek aprēķināta ENS un pārtrauktā jauda katrai dienas (24 stundām) stundai. CCR veido izmaksas no īslaicīgiem (< 3 min.) un ilgiem (> 3min.) elektroapgādes pārtraukumiem, un to aprēķināta pēc formulas (1):

$$CCR = CCR_s + CCR_l, \quad (1)$$

kur

CCR_s – patērētāju drošuma izmaksas par īslaicīgiem elektroapgādes pārtraukumiem (< 3 min.) [naudas vienības].

CCR_l – patērētāju drošuma izmaksas par ilgiem elektroapgādes pārtraukumiem (> 3 min.) [naudas vienības].



5.att. CCR aprēķinu struktūrshēma

ATSAUCES

- [1] N. Kaur, S. Gurdip, M.S. Bedi and T. Bhatti, Evaluation of Customer Interruption Cost for Reliability Planning of Power Systems in Developing Economies. 8th International Conference on Probabilistic Methods Applied to Power Systems, September 12-16, 2004, Ames, Iowa, USA.
- [2] N.R. Karki, A.K.Verma, A.K. Mishra, J. Shrestha, M. Bhatkar, Industrial customers' survey for outage cost valuation in a developing country. North American Power Symposium (NAPS), October 4, 2009, Starkville, Mississippi, USA.
- [3] R.N. Allan, K.K. Kariuki, "Factors affecting customer outage costs due to electric service interruptions." IEE Proceedings Generation, Transmission & Distribution, Vol.153, Issue 6, pp.521-528, Nov. 1996.

Оценка влияния издержек потребителей на надежность с учётом временно-зависимых нагрузок и издержек отказа

Aleksandrs Lvovs (Riga Technical University – RTU) and Anna Mutule (RTU)

Ключевые слова (англ.) – Life Cycle Analysis (LCA), reliability, power supply.

I. ВВЕДЕНИЕ

Надежность энергоснабжения – это один из главных параметров, характеризующий эксплуатацию энергетической системы. Оптимальный уровень надежности энергоснабжения способствует экономически эффективной работе энергосистемы, включая расходы системного оператора и издержки потребителя. Достаточно сложно оценить издержки потребителей на надежность (CCR) и принять решение о соответствующем объеме инвестиций в сеть.

Для оценивания CCR, необходимо получить информацию об издержках перебоев энергоснабжения, а так же объём мощности и количество обесточенных потребителей.

Далее обсуждается проблема идентификации CCR, используя временно-зависимую нагрузку потребителей взамен традиционного значения средней нагрузки.

II. ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

В большинстве случаев анализ CCR и недополученной электроэнергии (ENS) выполняют, используя средние нагрузки. В этом случае потребление энергии заменяется средними нагрузками в точках нагрузки в течение долгого периода времени: сезон [4] (F.V.), год [5] (F.V.) или другой период времени [6] (F.V.). Для расчёта ENS средние нагрузки в год/сезон/другой период времени умножаются на среднее время перерыва энергоснабжения потребителей.

Сравнивая периоды с высокими затратами, рассмотренными в [1] – [3] с перебоями в энергоснабжении и ENS для двух секторов, мы можем заключить, что коммерческие и сервисные издержки хорошо коррелируются со значением нагрузки. В случае средней нагрузки можно использовать идентификацию CCR.

В случае индустриального сектора мы не наблюдаем такой корреляции между высокими издержками и периодами с наибольшими значениями нагрузки и ENS. Такую ситуацию можно объяснить эффективностью технического процесса в индустрии. В такой ситуации использование средних значений нагрузки для расчётов CCR может привести к крупномасштабным ошибкам, поэтому даже в Латвии, где индустриальный сектор предположительно относительно мал, составляет более чем 25% от общего потребления электроэнергии [8] (f.v.).

Для увеличения точности расчётов CCR, нужно использовать временно-зависимые нагрузки в расчётах.

III. МЕТОД ОЦЕНИВАНИЯ РАСХОДОВ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ НА НАДЕЖНОСТЬ

Блок-схема, разработанная авторами статьи, представлена на рис. 5 и иллюстрирует структуру

предложенного метода для оценивания CCR, который основывается на оценивании эффекта перебоев, происходящих на уровне распределительной сети.

Чтобы рассчитать CCR для режима re , ENS и отключенной нагрузки для каждого часа в течение 24 часов (день), CCR рассчитывается на основании информации ENS каждого часа и отключаемой нагрузки. CCR формируются из издержек, вызванных короткими (< 3 мин.) и длинными (> 3 мин.) перебойми в энергоснабжении и могут быть рассчитаны, используя (1):

$$CCR = CCR_s + CCR_l, \quad (1)$$

где CCR_s – издержки потребителей на надежность, вызванные короткими перебойми в энергоснабжении (< 3 мин.) [денежные единицы].

CCR_l – издержки потребителей на надежность, вызванные длинными (> 3 мин.) перебойми в энергоснабжении [денежные единицы].

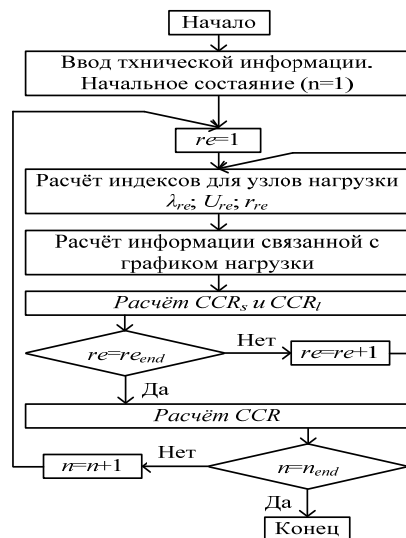


Рис. 5. Блок-схема расчёта CCR

ЛИТЕРАТУРА

- [1] N. Kaur, S. Gurdip, M.S. Bedi and T. Bhatti, Evaluation of Customer Interruption Cost for Reliability Planning of Power Systems in Developing Economies. 8th International Conference on Probabilistic Methods Applied to Power Systems, September 12-16, 2004, Ames, Iowa, USA.
- [2] N.R. Karki, A.K.Verma, A.K. Mishra, J. Shrestha, M. Bhatkar, Industrial customers' survey for outage cost valuation in a developing country. North American Power Symposium (NAPS), October 4, 2009, Starkville, Mississippi, USA.
- [3] R.N. Allan, K.K. Kariuki, "Factors affecting customer outage costs due to electric service interruptions," IEE Proceedings Generation, Transmission & Distribution, Vol.153, Issue 6, pp.521-528, Nov. 1996.