

## **Innovative Approaches to Climate Advocacy: Designing Interactive Services for Awareness**

\*Chung J.W.<sup>1</sup>, Kim H.S.<sup>2</sup>, Park S.J.<sup>3</sup> & Lee M.K.<sup>4</sup>

<sup>1,2, 3&4</sup>School of Mechanical Engineering, Seoul National University, Seoul, South Korea

Due to a global climate change the following consequences are predicted: rise in sea level due to melting glaciers and polar ice, changes in precipitation, changes in the hydrological regime, impact on ecosystems, agriculture and forestry. In Russia's vast territory these effects will be most dramatic. According to Hydrometeorological Center of Russian Federation report there is an increase in the magnitude and frequency of extreme weather events, as well as in their damage to ecosystems and infrastructure.

In the framework of adaptation to climate change and mitigation of its consequences it is necessary to promote and support activities aimed at reducing possible risks. Adaptation methods include among others improving seasonal weather forecasts, systems of early warning and systems of management of risks.

But there is a problem of insufficient awareness among decision-makers, as well a lack of scientific background. Those responsible for making decisions, stakeholders and the public do not have the skills and knowledge to work with the accumulated climate data to development an adaptation and sustainable development strategy. The goal is to provide these groups with tools, skills, thematic information for understanding climate processes occurring in the region.

We believe that the preparation of both the persons responsible for decision-making, and the future specialist in environmental sciences shouldn't be realized artificial learning environment, but on the basis of actual operating computational and information systems used in climate research. Such kind of a system was developed by a team of the Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS. The information-computational Web GIS "Climate" (<http://climate.climate.scert.ru>) provides opportunities to study regional climate change and its consequences providing access to climate and weather models, a large set of geophysical data and means of processing and visualization. Also, the system is used for undergraduate and graduate students training. In addition, the system capabilities allow creating information resources to raise public awareness about climate change, its causes and consequences, which is a necessary step for the subsequent adaptation to these changes. "Climate" allows climatologists, specialists in related fields, decision-makers, stakeholders and the public use a variety of geographically distributed spatially-referenced data, resources and processing services via a web-browser.

Currently, an interactive System User Manual for decision-makers is developed. It contains not only the information needed to use the system and perform practical tasks, but also the basic concepts explained in detail. The knowledge necessary for understanding the causes and possible consequences of the processes is given. The results of implementation of practical tasks are available not only in the form of color surface maps, but also on the Internet and in the form of layers for most GIS. Thus these layers can be used in usual desktop GIS which is a common software for most of decision-makers. Thus, this manual helps to prepare qualified users, which in the future will be able to determine the policy of the region to adapt to climate change consequences.

The work is supported by Russian Science Foundation grant № 16-19-10257.

### **Повышение экологической осведомленности: разработка интерактивного сервиса для решения климатических проблем**

В докладе рассмотрены подходы к повышению уровня осведомленности широких слоев населения, а также лиц, ответственных за принятие решений, о происходящих и ожидаемых климатических изменениях и их последствиях для региона.

Наблюдения и результаты моделирования указывают на то, что климат Земли меняется ([http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/ar5\\_wgII\\_spm\\_en.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/ar5_wgII_spm_en.pdf)) и Россия относится к регионам Земли с максимальным наблюдаемым и прогнозируемым изменением климата благодаря размерам своей территории и тому, что значительная ее часть находится в высоких и полярных широтах. Данные мониторинга современного климата России показывают, что в последние годы тенденция к потеплению значительно усилилась. Также имеет место рост величины и частоты появления экстремальных климатических явлений, а также возрастающий ущерб для экосистем и инфраструктуры от них. Согласно последним данным Росгидрометцентра ([http://www.meteorf.ru/upload/pdf\\_download/%D0%94%D0%BE%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B42016.pdf](http://www.meteorf.ru/upload/pdf_download/%D0%94%D0%BE%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B42016.pdf)) в 2016 году в целом на территории РФ отмечалось 988 опасных гидрометеорологических явлений (включая агрометеорологические и гидрологические), из них 380 нанесли значительный ущерб отраслям экономики и жизнедеятельности населения.

Все эти факты указывают на необходимость проведения оценки экологических, экономических, политических и социальных последствий глобальных изменений климата для конкретного региона, а также выработки мер по адаптации к этим изменениям и уменьшению их негативного влияния. Согласно данным МГЭИК уязвимость в будущем зависит не только от изменений климата, но и от выбранного способа развития. Стабильное развитие может уменьшить уязвимость. Для достижения успеха адаптация должна входить в планы стабильного развития на национальном и международном уровнях. На национальном уровне для разработки эффективной стратегии адаптации необходима прежде всего разработка образовательных программ, улучшение практической подготовки и повышение общественной осведомленности об этой проблеме, прежде всего лиц, определяющих стратегию адаптации к изменениям. Система адаптации к климатическим изменениям должна включать в себя различные административные уровни от федеральных до местных, с учетом региональных природных и социально-экономических особенностей. Для этого необходимо сотрудничество и согласование действий между различными административными уровнями, а также максимальное вовлечение в процесс адаптации всех заинтересованных сторон.

Согласно Климатической доктрине РФ (<http://www.meteoinfo.ru/climatedoctrine>) необходимым условием успешной политики в области климата является применение результатов исследований для оценки рисков и выгод, связанных с последствиями изменений климата, а также возможности адаптации к этим последствиям. Для реализации этой политики необходима подготовка лиц, которые будут разрабатывать и применять меры по адаптации. В настоящее время лица, ответственные за принятие решений, заинтересованные стороны и население, от которых и зависит выработка адекватных мер по адаптации и уменьшению негативных последствий изменений климата, не имеют навыков и знаний для работы с накопленными климатическими данными, необходимых для анализа и выработки соответствующей стратегии. Необходимо обеспечить эти группы заинтересованных лиц инструментами и умениями, а также тематической информацией для понимания происходящих климатических процессов в регионе.

Мы считаем, что подготовка как лиц, ответственных за принятие решений, так и будущих специалистов должна осуществляться не в искусственно созданной обучающей среде, а на базе реально действующих вычислительно-информационных комплексов, используемых в климатических исследованиях. Для решения этой задачи предлагается использовать возможности информационно-вычислительной веб-ГИС «Климат».

Информационно-вычислительная веб-ГИС «Климат» (<http://climate.climate.scert.ru>) обеспечивает функционирование web-ориентированного производственно-исследовательского центра в области исследования изменений регионального климата. Система дает доступ к большим наборам пространственных данных о состоянии

окружающей среды, средствам их анализа и визуализации результатов, проведения научных исследований распределенными научными коллективами на основе этих приложений, а также организации обучения студентов и аспирантов [вестник?].

Специалист - пользователь системы взаимодействует с системой через ее интернет-портал, открытый в имеющемся на любой современной рабочей станции веб-браузере. С помощью графического интерфейса системы пользователь может, используя ГИС-функциональность, манипулировать результатами обработки и анализа, представленными в виде слоев на географической карте для выбранного региона. Пользователю предоставляется возможность выбирать подходящий набор данных, соответствующую процедуру их анализа, интересующий временной период и географическую область. Для анализа полученных результатов он может проводить увеличение и уменьшение масштаба картографического слоя, получать значения со всех слоев в точке, производить дополнительную обработку ранее полученных результатов (например, сравнивать данные с различных слоев).

Система «Климат» обеспечивает:

- обработку и анализ наборов геофизических данных, представляющих собой наборы геопривязанных климатических и метеорологических величин, полученных в результате измерений или численного моделирования, а также данных дистанционного зондирования.
- интероперабельность с другими информационно-вычислительными системами при описании результатов вычислений и предоставлении соответствующих веб-сервисов;
- использование технологий веб-ГИС;
- модульную организацию отдельных программных компонент с возможностью расширения функциональных возможностей анализа за счет использования дополнительных программных модулей;
- использование пространственно-распределенных наборов геофизических данных (данных реанализов, климатического моделирования и спутниковых наблюдений) для исследования климатических и экологических изменений.
- возможности визуализации результатов моделирования;
- возможность добавления новых ресурсов (как аппаратных, так и программных);
- взаимодействие пользователей;
- поддержку пользователей (исследователи, преподаватели, студенты, широкие слои населения, заинтересованные лица).

Помимо проведения непосредственных исследований, пользователь также может проводить совместные исследования с другими пользователями, обмениваться полученными результатами. Для общения, обмена информацией и совместных исследований в системе имеется форум, а для наполнения выделенных разделов веб-сайта собственным содержанием - система wiki, которая обеспечивает и организует совместный процесс создания, редактирования и управления содержанием. Кроме того, система используется для обучения основам исследования изменений регионального климата и климатообразующих факторов, для чего в ней предусмотрен специальный раздел, содержащий образовательные материалы и интерактивные обучающие курсы.

В настоящее время в системе размещен в открытом доступе информационный курс по климатическим изменениям, ориентированный на широкие слои населения и лиц, ответственных за принятие решений (<http://climate.scert.ru/resources/courses/>). В рамках курса доступным языком излагаются и популярно иллюстрируются основные понятия и проблемы современных климатических изменений и их возможных последствий. Особое внимание уделяется региональным климатическим изменениям. Помимо информационной части, курс также включает в себя подборку ссылок на сетевые ресурсы по актуальным вопросам наук о Земле и практические задания для закрепления материала, которые также выполняются для конкретной территории. В рамках заданий пользователям необходимо

проанализировать, на основе заранее подготовленных в рамках системы слоев климатических характеристик, как менялся климат интересующей его территории и ответить на конкретные вопросы, детализирующие климатические изменения: «Как изменились минимальные значения зимних температур», «Какова динамика максимальных летних температур» и т.д.

Прохождение курса позволяет ознакомиться с влиянием климатических изменений на соответствующие процессы в исследуемом регионе, не изучая предварительно методы статистического анализа и работы с большими архивами данных, а также современное программирование на языках высокого уровня. Проведение самостоятельного анализа динамики климатических изменений способствует лучшему пониманию происходящих климатических процессов. Прохождение курса в целом повышает уровень информированности широких слоев населения. Доведенная до заинтересованных групп лиц научно-обоснованная информация о происходящих и ожидающихся климатических изменениях в регионе проживания подготовит к ожидаемым последствиям и будет стимулировать поиск путей адаптации к ним.

Для разработки эффективных мер по адаптации и уменьшению негативных последствий экстремальных проявлений климата на региональном уровне необходимы точные знания о географии климатических экстремумов, частоте их появления и интенсивности. В настоящее время в системе «Климат» разрабатывается практикум «Анализ экстремальных показателей региональных изменений климата». В нем изложены основные статистические приемы обработки и анализа метеорологических данных для количественного описания экстремальных климатических явлений в условиях современных климатических изменений и их возможного влияния на состояние окружающей среды региона. Теоретический материал подкреплен практическими работами для изучения многолетнего режима тепла и влаги на территории отдельных регионов. Прохождение такого курса позволит получить знания о способах анализа экстремальных климатических явлений регионального масштаба, дадут представление о произошедших изменениях климатических экстремумов и углубят понимание роли этих изменений в динамике биосферных процессов (например, изменения углеродного и гидрологического циклов), и развития социо-экономической сферы. Кроме того, полученные знания могут явиться основой для подготовки адресных рекомендаций по адаптации и уменьшению негативных последствий экстремальных явлений наблюдаемых в исследуемом регионе.

В настоящее время на базе разработанного курса идет работа по созданию интерактивного руководства для пользователя системы – ответственного за принятие решений. В руководстве содержится не только информация, необходимая для пользования системой и выполнения практических заданий, но также детально объясняются базовые понятия, даются знания, необходимые для понимания причин и возможных последствий происходящих процессов, разрабатывается интерактивный глоссарий. Результаты выполнения расчетов представлены не только в виде карт, но также доступны в интернете и в виде слоев для большинства ГИС, которые в настоящее время широко используются представителями административных структур для разработки стратегий развития в различных отраслях. Итогом прохождения такой подготовки должно стать появление квалифицированного пользователя системы, который в дальнейшем сможет определять политику адаптации региона к последствиям изменения климата.

## Fuzzy AHP-Based Evaluation of Procurement Priorities at PT Krakatau Daya Listrik Rizki Putra\*<sup>1</sup> and Siti Maharani<sup>2</sup>

<sup>1&2</sup>Department of Electrical Engineering, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia

**KEYWORDS:** Performance Evaluation, Performance Indicators, Procurement Efficiency.

### ABSTRACT

Supplier performance appraisal systems can be an important element for companies. The current evaluation system can not to be used to select a potential supplier in a procurement system because it only provide uninvited supplier data but not provide vendor rating results in recommendations to participate in the bidding procurement. This research sets and gets 5 priority level criteria and 20 sub criteria in evaluation PT Krakatau Daya Listrik supplier performance. The Criteria, Sub Criteria and Alternative Supplier Priority analysis with fuzzy AHP method is known that Supplier A has the best achievement with the value of 1.008 compared to Supplier B with value of 0.602 and C pair with value of 0.660. it is recommended to select a pair because it has a good performance in the Daftar Rekanan Terundang (DRT). Evaluation of supplier performance the procurement of material in PT Krakatau Daya Listrik work effectively and efficiently.

### INTRODUCTION

Supplier is one of necessary business partners in ensuring the availability of supply goods required by the company. There is no a prosperous and healthy company without having good suppliers who are excellent in delivering the best quality of goods in time. Hence, a company should assess supplier performance carefully and sustainably.

PT Krakatau Daya Listrik as one of PT Krakatau Steel subsidiaries put the effort in enhancing electrical production capacity, reduce production costs and intensifying equipment reliability. In order establishing that conducive operation, PT Krakatau Daya Listrik requires vendor who supply goods and services in time. PT Krakatau Daya Listrik has some criteria in selecting and finding vendors with excellent quality. They are punctuation in delivery, quality consistency, comprehensiveness of legal documents and others. In 1960, Dickson had made 23 criteria list which become reference for decades as a standard for evaluating suppliers.

Improvement in power plant supplier evaluation system in tight competition between industry insecutants in Cilegon become an important element for a company to work more efficient in raw material procurement and spare part and also selecting their strategic suppliers.

Some researchers have determined several criteria for supplier assessment such as quality, delivery, pricing, communication systems, service, flexibility, geographic location, etc. the main subject in this study is how to determine criteria and sub criteria in assessing the performance of suppliers on the procurement of goods in PT Krakatau Daya Listrik.

### MATERIALS AND METHODS

Supplier performance evaluation become a difficult decision because various criteria shall be considered in the decision-making process. The analysis in selecting and measuring the supplier performance has been the focus of attention many scientists and procurement practitioners since the 1960s. Dickson (1960), for the first time conducting extensive studies in identifying, defining and analyzing the criteria are used in selecting a firm as a partner. There are more 23 criteria are determined in his study which each respondents should give assignment the importance to each criteria.

Additionally, Weber et al. (1991) presents the classification of all articles published since 1966 based on the criteria's attention. Build upon 74 papers, there are price criteria, delivery process, quality of goods, production capacity and geographical location which have become the most commonly referred to in the literature.

*Table 1 Criteria Used In Previous Research*

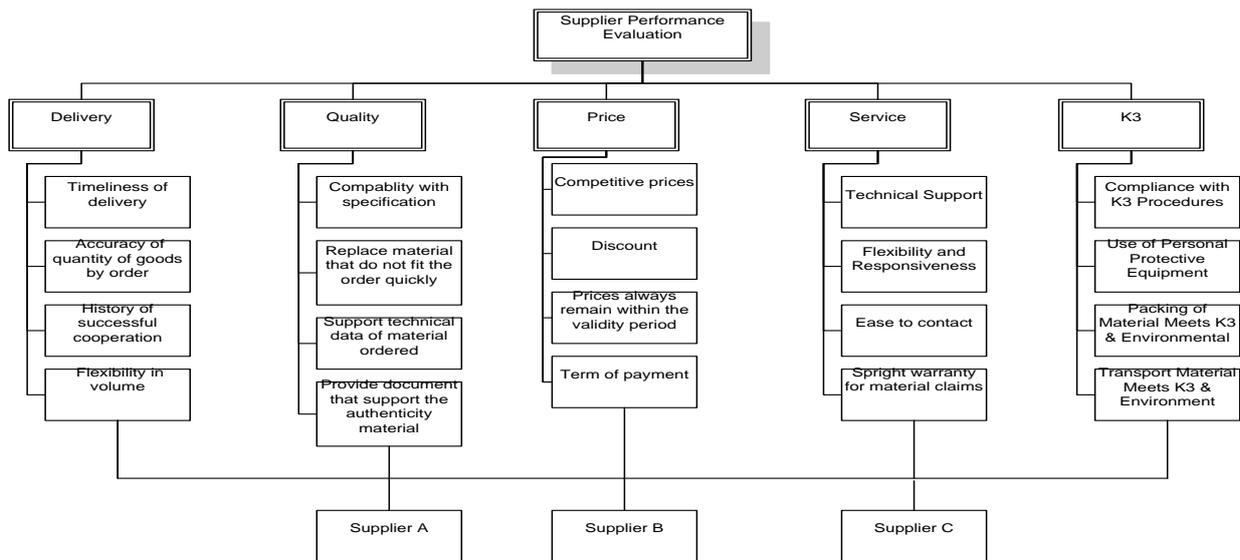
Performace Criteria Used	Previous Researcher							
	Asamoah et al 2012	Pitchipoo et al (2013)	Roman et al (2014)	Kumar et al (2011)	Sarot et el (2011)	Prabjot et al (2014)	De felice et el (2015)	Garoma et al ( 2014)
Quality	x	X	X	X	x	X		X
Cost	x	X			x	X	X	
Price			X	X			X	X

Reliability	x							
Regulatory compliance	x							
Risk	x							
Financial Position	x		X					X
Financial Reputation		X						
Profil of Supplier	x							
Financial Status							X	
Delivery		X	X		x			X
Warranty		X						
Capacity		X						
Term of payment			X					
The Desire to Hold Stock			X					
Technology								
Service			X	X	x	X		
Reputation						X	X	X
After Purchase								X
Supplier Performance							X	

**Table 1 Criteria Used In Previous Research**

Performace Criteria Used	Previous Researcher							
	Asamoah et al 2012	Pitchipoo et al (2013)	Roman et al (2014)	Kumar et al (2011)	Sarot et el (2011)	Prabjot et al (2014)	De felice et el (2015)	Garoma et al ( 2014)
Supplier Quality System							X	
Geographic Location							X	
Technical Capability							X	
Late Time				X				
Cycle Time						X		
Prospect Supplier Development			X					
Transportation			X					
Audit Supplier			X					
Production Capability			X					

**RESULTS AND DISCUSSION**



**Figure 1 Hierarchical Decision Structure**

Purpose

Criteria In this study, define Criteria and Criteria Sub. Criteria and Sub Criteria Determination are obtained through literature review and benchmarking. Benchmarking type with functional method. Because PT Indonesia Power has the same process of power generation industry. The next step in the interview is to set up Criteria and Sub Criteria according to the needs of PT Krakatau Power based on the Court. Here are the selected Criteria and Sub Criteria :

**Table 2 Selected Criteria and Sub Criteria**

Criteria	Sub Criteria
Delivery	Timeliness of delivery
	Accuracy of quantity of goods by order
	History of successful cooperation
	Flexibility in volume
Quality	Compatibility with specifications
	Replace material that do not fit the order quickly
	Support technical data of material ordered
	Provide document that support the authenticity material
Price	Affordable price
	Discount
	Prices always remain within the validity period
	Term of payment
Service	Technical support
	Flexibility and responsiveness
	Ease to contacts
	Spright warranty for material claims
K3	Compliance with K3 Procedures
	Use of Personal Protective Equipment
	Packing of Material Meets K3 & Environmental Standards
	Transport Material Meets K3 & Environment standards

Alternative

Table 2 has shown that there are 5 selected Criteria and 20 Sub Criteria from PT Krakatau Daya Listrik Superintendent Procurement as Judgement Expert. The assessment Judgement Expert to Criteria & Sub Criteria is important in assessing supplier performance that later on would be arranged in Hierarchy Structure. This Hierarchy Structure would be used to evaluate supplier performance & questionnaire arrangement. In these questionnaires, the weight of the priorities for each criteria, sub criteria and alternative supplier will be assessed. The questionnaires would show which supplier who has the highest value as final result.

**Criteria for Consistency Testing with Fuzzy AHP Methods**

After obtaining the value  $\lambda_{maksimum}$  of each matrix, each matrix is tested for its consistency. The respondents have set the values for pairs A, B and C before alternative calculations starts from filling out the matrix from each respondent. One respondent for one matrix table.

**Table 3 Respondent Criteria Matrix 1**

Criteria	Delivery	Quality	Price	Service	K3
Delivery	1.00	1.00	3.00	3.00	1.00
Quality	1.00	1.00	3.00	3.00	3.00
Price	0.33	0.33	1.00	1.00	1.00
Service	0.33	0.33	0.33	1.00	1.00
K3	1.00	0.33	1.00	1.00	1.00

The table shown above are using the Saaty Scale table. After data from each respondent matrix has been filled, the next step is to select respondent matrix 1 to normalize respondents assessment value.

**Table 4 Respondent Normalization**

Criteria	Delivery	Quality	Price	Service	HSE	Number	Priority Vector
Delivery	0.27	0.33	0.36	0.27	0.14	1.38	0.28
Quality	0.27	0.33	0.36	0.27	0.43	1.67	0.34
Price	0.09	0.11	0.12	0.27	0.14	0.74	0.11
Service	0.09	0.11	0.04	0.09	0.14	0.48	0.11
HSE	0.27	0.11	0.12	0.09	0.14	0.74	0.15

After normalizing the respondent assessment value, we get the priority vector values for suppliers A, B and C. Further steps, the consistency value (multiplication matrix) is shown as the table below:

**Table 5 Consistency Value (Multiplicative Matrix)**

Criteria	Delivery	Quality	Price	Service	HSE	Number	Priority Vector	Decision times	Time / Vector results
Delivery	0.27	0.33	0.36	0.27	0.14	1.38	0.28	1,45	5,13
Quality	0.27	0.33	0.36	0.27	0.43	1.67	0.34	1,75	5,15
Price	0.09	0.11	0.12	0.27	0.14	0.74	0.11	0,58	5,15
Service	0.09	0.11	0.04	0.09	0.14	0.48	0.11	0,58	5,15
HSE	0.27	0.11	0.12	0.09	0.14	0.74	0.15	0,77	5,16

The value  $\lambda_{maksimum}$  is obtained by dividing the result value (a) with the priority Vector. The results are summed up and divided by many criteria (n)

$$\lambda_{maksimum} = \frac{5,13 + 5,15 + 5,15 + 5,15 + 5,16}{5} = 5,15$$

Furthermore, the value of the consistency index is calculated (CI)

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{5,15 - 5}{5 - 1} = 0,038$$

Based on the table, for n = 5 , so RI = 1,120

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,038}{1,120} = 0,034$$

For a matrix A is obtained CR <0.1000.This means that the assessmentvalue is obtained from consistent respondent. In the matrix of respondents 2, 3 and 4, the consistency value was tested with the same steps and processes. The results are listed in the table below:

**Table 6 Respondent Matrix Test Result**

Matriks	$\lambda_{max}$	CI	CR	Consistent
Respondents 2	5,44	0,109	1,120	Consistent
Respondents 3	5,18	0,045	1,120	Consistent
Respondents 4	5,24	0,060	1,120	Consistent

The consistency test results show a questionnaire consistently fulfilled by the respondents. This means that the questionnaire can go to the next step with criteria weightingby using AHP fuzzy method. Next step, the AHP scale matrix is converted to triangular fuzzy number (TFN).

In this method, the respondents' value results are converted into triangular fuzzy numbers in the form (l.m.u). The results of comparative data that are paired with AHP fuzzy method can be seen in the following table:

**Table 7 Inter-Criteria Interval Assessed by 4 Respondents With Fuzzy AHP Method**

		Delivery			Quality			Price			Service			K3		
		<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>												
Delivery	Respondent 1	1	1	1	1	1	1	2	3	4	2	3	4	1	1	1
	Respondent 2	1	1	1	1/9	1/9	1/8	1/8	1/7	1/6	1	1	1	1/6	1/5	1/4
	Respondent 3	1	1	1	1/9	1/8	1/7	1/9	1/9	1/8	7	8	9	1/9	1/8	1/7
	Repondent 4	1	1	1	1/6	1/5	1/4	1/6	1/5	1/4	2	3	4	1/6	1/5	1/4
Quality	Respondent 1	1	1	1	1	1	1	2	3	4	2	3	4	2	3	4
	Respondent 2	8	9	9	1	1	1	6	7	8	6	7	8	6	7	8
	Respondent 3	7	8	9	1	1	1	1/9	1/9	1/8	7	8	9	1/9	1/9	1/8
	Respondent 4	4	5	6	1	1	1	1	1	1	4	5	6	1	1	1
Price	Respondent 1	1/4	1/3	1/2	1/4	1/3	1/2	1	1	1	2	3	4	1	1	1
	Respondent 2	4	5	6	1/8	1/7	1/6	1	1	1	1/6	1/5	1/4	1/6	1/5	1/4
	Respondent 3	8	9	9	8	9	9	1	1	1	8	9	9	1/9	1/8	1/7
	Respondent 4	4	5	6	1	1	1	1	1	1	2	3	4	1	1	1
Service	Respondent 1	1/4	1/3	1/2	1/4	1/3	1/2	1/4	1/3	1/2	1	1	1	1	1	1
	Respondent 2	4	5	6	1/8	1/7	1/6	4	5	6	1	1	1	4	5	6
	Respondent 3	1/9	1/8	1/7	1/8	1/7	1/6	1/9	1/8	1/7	1	1	1	1/9	1/8	1/7
	Respondent 4	1/2/	1/3	1/4	1/4	1/5	1/6	1/2	1/3	1/4	1	1	1	1/7/	1/8	1/9
K3	Respondent 1	1	1	1	1/4	1/3	1/2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Respondent 2	4	5	6	1	1	1	6	7	8	4	5	6	1	1	1
	Respondent 3	7	8	9	7	8	9	7	8	9	7	8	9	1	1	1
	Respondent 4	4	5	6	1	1	1	1	1	1	7	8	9	1	1	1

Then the average value of 4 respondents was obtained so that the pairing matrix for the main criteria

**Table 8 Average Fuzzy Number**

		Delivery			Quality			Price			Service			K3		
		<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>												
Delivery		1	1	1	0,59	0,61	0,65	0,67	0,97	1,31	1,29	1,80	2,31	0,79	0,80	0,81
Quality		2,25	2,75	3,25	1	1	1	1,79	2,30	2,81	2,06	2,83	3,63	1,25	1,50	1,75

**Table 8 Average Fuzzy Number**

		Delivery			Quality			Price			Service			K3		
		<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>												
Price		2,06	2,83	3,63	1,35	1,63	1,94	1	1	1	1,25	1,50	1,75	1,00	1,00	1,00
Service		0,88	1,17	1,50	0,67	0,97	1,30	0,81	1,08	1,38	1	1	1	0,78	0,78	0,79
K3		1,75	2	2,25	0,81	0,83	0,88	1	1	1	2,50	2,75	3	1	1	1

The table above already uses a blur scale that consists of l.m.u (lower value, middle / middle, top / bottom value

**Main Weight Loss Criteria with Fuzzy AHP Methods**

After the respondent's assessment data is converted to fuzzy triangular numbers, the next step is to use synthetic level analysis by determining the value of blur synthesis to obtain the weight vectors of each hierarchical element. The last stage is to normalize the weight gained instead of the blur number. This weight will be the basis for evaluating the performance of existing supplier

Weight rating is:

- a. Calculation of the value of synthetic fuzzy area (Si). The first one will be calculated  $\sum_{j=1}^m M_{gi}^j$ , which is by adding each fuzzy number of matrix A  
 Then calculate the value  $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j$ , by summing the sum of each blur number on the row row So the value obtained  $[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j]^{-1}$

**Table 9 Components of Fuzzy Components Calculation of Equations for Matrix Comparisons Comparing Major Criteria**

	$\sum_{j=1}^m M_{gi}^j$			$\left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]$			$\left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1}$		
	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>
Delivery	4,34	5,18	6,08	30,55	36,10	41,93	0,023	0,027	0,032
Quality	8,35	10,38	12,44						
Price	6,67	7,95	9,31						
Service	4,13	4,99	5,98						
K3	7,06	7,58	8,13						

**Table 10 Fuzzy Synthetic Wide Value Calculating Results for Main Criteria**

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \times \left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1}$$

	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>
1	0,103	0,143	0,199
2	0,199	0,287	0,407
3	0,158	0,220	0,304
4	0,098	0,138	0,195
5	0,168	0,210	0,266

- b. From the fuzzy synthetic values calculated in the previous step, the comparison of probability levels is obtained. After that, determine the probability level between 2 extents of synthetic fuzzy. In the appendix can be seen a more complete calculation.
- c. Comparison of Synthetic and Minimum Blanket Value.

**Table 11 Comparison of Synthetic and Minimum Blanket Value**

	$S_1 \geq$	$S_2 \geq$	$S_3 \geq$	$S_4 \geq$	$S_5 \geq$
$S_1$		1,0	1,0	0,94	1,0
$S_2$	0,0004		0,61	0,24	1,0
$S_3$	0,34	1,0		0,31	0,46
$S_4$	1,0	1,0	1,0		1,0
$S_5$	0,31	1,21	1,08	0,27	
Min	0,0004	1,0	0,61	0,27	0,46

After the synthetic values are blurred, then the minimum value is taken. Minimum value to get a heavy vector

- d. Then we calculate the weight vectors and normalize the weight vectors so we can know the weight of the main criteria as shown in the following table

**Table 12 Vector weight**

	$d'(A1)$	$d'(A2)$	$d'(A3)$	$d'(A4)$	$d'(A5)$
$W'$	0,0004	1,00	0,61	0,27	0,46

**Table 13 Normal vector normalization**

	A1	A2	A3	A4	A5
--	----	----	----	----	----

Priority weight (W)	0,0001	0,427	0,260	0,115	0,196
---------------------	--------	-------	-------	-------	-------

Based on the data processing result above, the main weight weight is considered for the following criteria:

1. Delivery criteria weighs 0.001
2. quality criteria weigh 0.427
3. Price criteria weighs 0.260
4. Service criteria weighs 0.115
5. K3 criteria weighs 0.196

Weighing the criteria using the AHP fuzzy is known to highest quality criterion 0,427. Therefore, suppliers are required to deliver material quality good. The price criteria rank second with value 0,260. This means that respondents want to get the best price in procurement at the company. Criteria K3 kept the third rank with a value of 0,196. This is in line with respondent knowledge of company policy in applying SMK3.the delivery criteria is ranked fourth with a value of 0,115. Suppliers are required to deliver material within the delivery time limit.

It is interesting to see the service criteria. The value of 0,001 has a smaller value than other criteria. This suggests that respondents rated the criterion as not top priority. However, of course, it is required that suppliers can carry out goods supply activities with good value on other criteria.

**Table 14 Results of Priority Weight Calculation for Criteria, Sub Criteria and Alternative Supplier with AHP Fuzzy Method**

No	Criteria	Weight Criteria	Sub Criteria	Weight Criteria	Sub	Vendor	Priority Weight
1	Delivery	0,117	Timeliness of delivery	0,341		Vendor A	0,500
						Vendor B	0
						Vendor C	0,500
			Accuracy of quantity of goods by order	0,290		Vendor A	0,561
						Vendor B	0,179
						Vendor C	0,258
			History of successful cooperation	0,027		Vendor A	0,502
						Vendor B	0,366
						Vendor C	0,130
			Flexibility in volume	0,341		Vendor A	0,609
						Vendor B	0
						Vendor C	0,390
2	Quality	0,337	Compatibility with specifications	0,467		Vendor A	0,537
						Vendor B	0
						Vendor C	0,462

**Table 14 Results of Priority Weight Calculation for Criteria, Sub Criteria and Alternative Supplier with AHP Fuzzy Method**

No	Criteria	Weight Criteria	Sub Criteria	Weight Criteria	Sub	Vendor	Priority Weight
			Can replace items not ordered quickly	0,341		Vendor A	0,221
						Vendor B	0,317
						Vendor C	0,460
			Can enter technical data of ordered items	0,130		Vendor A	0,328
						Vendor B	0,314
						Vendor C	0,357
			provide document that support the authenticity material	0,060		Vendor A	0,347
						Vendor B	0,305
						Vendor C	0,347

3	Price	0,230	Affordable price	0,495	Vendor A	0,745
					Vendor B	0,001
					Vendor C	0,253
			Discount	0,366	Vendor A	0,354
					Vendor B	0,290
					Vendor C	0,354
			Prices always remain within the validity period	0,054	Vendor A	0,084
					Vendor B	0,415
					Vendor C	0,499
			Term of payment	0,084	Vendor A	0,359
					Vendor B	0,460
					Vendor C	0,179
4	Service	0,101	Technical support	0,103	Vendor A	0,440
					Vendor B	0,118
					Vendor C	0,440

**Table 14 Results of Priority Weight Calculation for Criteria, Sub Criteria and Alternative Supplier with AHP Fuzzy Method**

No	Criteria	Weight Criteria	Sub Criteria	Weight Criteria	Sub	Vendor	Priority Weight			
5	K3	0,173	Flexibility and Responsiveness	0,172		Vendor A	0			
						Vendor B	0,454			
						Vendor C	0,545			
			Ease to Contacts	0,149		Vendor A	0,139			
						Vendor B	0,395			
						Vendor C	0,465			
			Spright Warranty For Item Claims	0,574		Vendor A	0,540			
						Vendor B	0,459			
						Vendor C	0			
			5	K3	0,173	Compliance with K3 Procedures	0,460		Vendor A	0,526
									Vendor B	0,100
									Vendor C	0,373
Use of Personal Protective Equipment	0,364					Vendor A	0,492			
						Vendor B	0,492			
						Vendor C	0,014			
Packing of Material Meets K3 & Environmental Standards	0,170					Vendor A	0,291			
						Vendor B	0,335			
						Vendor C	0,373			
Transport Material Meets K3 & Environment standards	0,004					Vendor A	0,463			
						Vendor B	0,453			
						Vendor C	0,083			

## CONCLUSION

evaluating supplier performance based on selected criteria as well as each of its priorities. After analyzing priority weighting criteria, sub criteria and supplier alternative then supplier A has the best performance with value 1,008 compared supplier B with value 0,602 and supplier C with value 0,660. it is recommended to select Supplier A for having a good performance in the Daftar Rekanan Terundang (DRT). Supplier C can be a second option. supplier B became last option. the performance evaluation of the supplier, make the process of procurement in PT Krakatau Daya Listrik is effective and efficient.

**REFERENCES**

1. Asamoah, D., Annan, J., and Nyarko, S.(2012) AHP approach for supplier evaluation and selection in a pharmaceutical manufacturing firm in Ghana, *International Journal of Business and Management*, vol. 7, no. 10, pp. 49–62 May.
2. Chang, D. Y. (1996). Applications of the extent analysis method on Fuzzy AHP. *European Journal of Operation Research*, 95, 649-655.
3. De Felice, F., Deldoost, M. H., Faizollahi, M. and Petrillo, A., (2015). Performance measurement model for the supplier selection based on AHP. *International Journal of Engineering Business Management*. 7:17 | doi: 10.5772/61702
4. Dickson, G.W., (1966) “An Analysis of Vendor Selection Systems and Decision”. *Journal of Purchasing* Vol.2(1), 5-17.
5. Garoma, T and Diriba, S. (2014). Modeling and Analysis of Supplier Selection Method Using Analytical Hierarchy Process (AHP). *Science, Technology and Arts Research Journal Sci. Technol. Arts Res. J., Jan-March 2014, 3(1): 145 151*
6. Kaur, P . (2014) Selection of Vendor Based on Intuitionistic Fuzzy Analytical Hierarchy Process. *Hindawi Publishing Corporation Advances in Operations Research*, Article ID 987690, 10 pages
7. Pitchipoo, P., Venkumar, P., Rajakarunakaran, S.(2013) “Modeling and development of a decision support system for supplier selection in the process industry”, *Journal of Industrial Engineering International*, vol. 9, no. 23.
8. Roman, H.,Petr, P., and Darko, B. (2014) The use of AHP method for selection of supplier, *Transport*, vol. 29, no. 2, pp. 195-203.
9. Saaty, T.L., (1980) *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, New York, USA.
10. Weber, C. A (1996), ”A data envelopment analysis approach to measuring *supplier* performance”, *Supply Chain Management*, Vol. 1 No. 1, pp. 28-30.