

Прилог 1: Програмски Задатак за израду системских анализа за потребе израде Студије прикључења _____ на преносни систем

Програмски задатак
за израду системских анализа за потребе израде Студије прикључења
_____ **на преносни систем**

1 Циљ системских анализа

Предмет системских анализа су системски аспекти прикључења _____. Системске анализе је неопходно урадити са аспекта пласмана снаге и енергије у ЕЕС Србије, уважавајући критеријуме сигурности као и оптимизације трошкова прикључења. Према томе, један од основних циљева системских анализа је да предложи и докаже, користећи рачунске моделе, на који начин и под којим условима је могуће повезати електрану на ЕЕС Србије на предвиђеној локацији изградње у свим претпостављеним режимима рада система и електрана. Циљ системских анализа је и утврђивање утицаја рада новог производног објекта на ниво сигурности и стабилности електроенергетског система (ЕЕС) Србије, као и утврђивање могућности пласмана произведене енергије.

Потребно је испитати утицај ангажовања новог производног објекта за различите режиме рада ЕЕС за очекивану годину уласка у погон. На основу анализе стационарних стања, потребно је испитати могућност пласмана произведене енергије у ЕЕС и утврдити у којој мери ангажовање новог производног објекта нарушава достигнути ниво сигурности. Потребно је испитати параметре примарне енергетске опреме са становишта регулације напона и реактивних снага у тачки прикључења. Резултати системских анализа треба да укажу и на ниво повећања вредности струја кратког споја у ЕЕС Србије.

На основу резултата анализа транзијентне стабилности и прелазних процеса средњег трајања, треба утврдити да ли прикључење новог производног објекта нарушава достигнути ниво стабилности ЕЕС Србије.

Све системске анализе треба извршити у складу са критеријумима из важећих Правила о раду преносног система или према међународној пракси и стандардима (ENTSO-E Network Codes, ИЕС, ИЕЕЕ итд.) за критеријуме који нису дефинисани постојећим Правилима о раду преносног система.

Уколико системске анализе покажу да након прикључења новог производног објекта дефинисани критеријуми нису испуњени, неопходно је дефинисати мере са циљем прилагођења новог производног објекта захтевима Правила о раду преносног система. Све неопходне додатне мере морају бити јасно дефинисане и образложене.

2 Садржај системских анализа

2.1 Опис и карактеристике ЕЕС Србије за годину уласка у погон новог производног објекта, пре његовог прикључења као и опис локације и основних електроенергетских карактеристика новог производног капацитета.

- 2.2 На основу положаја новог производног објекта у односу на постојећу и планирану преносну мрежу за годину уласка у погон треба одредити могуће тачке прикључења. Потребно је извршити компарацију и валоризацију могућих решења, укључујући и процену стања и сигурности постојећих далековаода као и стање на трасама прикључних далековаода, те одабрати најповољнију тачку прикључења. Уколико се покаже да је потребно изградити нове далеководне или су потребни додатни захвати на преносној мрежи, потребно их је детаљно образложити. Сва решења документовати картама.
- 2.3 Кратак опис методологије и програмских алата коришћених за израду системских анализа.
- 2.4 Опис симулационих модела за анализу стационарних стања и прелазних процеса, за карактеристичне режиме рада ЕЕС Србије и релевантног дела региона југоисточне Европе за перспективно стање мреже. Полазна основа за формирање симулационих модела су регионални модели развијени у оквиру SECI пројекта које треба ажурирати у складу са потребама системских анализа, уважавајући планове развоја производних и преносних капацитета.
- 2.5 Предмет анализа су режими зимског максимума, летњег максимума и летњег минимума за перспективно стање мреже, уз уважавање базних програма размене између ЕЕС Србије и суседних ЕЕС, као и остале размене на подручју југоисточне Европе.
- 2.6 Оцена утицаја производног објекта на рад ЕЕС Србије у свакој варијанти, поређење режима пре и након пуштања у погон новог производног објекта, ангажованог пуним капацитетом треба да се изврши на основу резултата следећих прорачуна:
 - 2.6.1 Прорачун токова снага и напонских прилика
 - 2.6.1.1 Губици у преносној мрежи Србије
 - 2.6.1.2 Оптерећење далековаода и трансформатора
 - 2.6.1.3 Напонске прилике
 - 2.6.2 Анализа сигурности испитивањем критеријума "N-1"
 - 2.6.2.1 Оптерећење далековаода и трансформатора
 - 2.6.2.2 Напонске прилике
 - 2.6.3 Прорачун индикативних вредности струја кратких спојева за једнополне и трополне кварове у карактеристичним тачкама ЕЕС Србије (према IEC 60909).
- 2.7 Анализе рада преносне мреже након уласка у погон производног објекта треба да:
 - 2.7.1 дају одговор да ли је неопходно појачање преносне мреже са становишта прикључка ветроелектране, односно треба их урадити за све потенцијалне (могуће) варијанте прикључења на преносну мрежу Србије, укључујући и дефинисање потребних локалних појачања у преносној мрежи (нови водови и постројења), узимајући у обзир усвојене планове развоја преносне мреже Србије као и региона југоисточне Европе.

2.7.2. дефинишу начин прикључка на преносну мрежу са аспекта сигурности пласмана и компарацију и валоризацију могућих решења.

На даље све анализе треба да се изврше за одабрану варијанту прикључења објекта на преносну мрежу.

- 2.8. Анализа напонско-реактивне способности и провера параметара мрежног трансформатора (снага, преносни однос, регулација) и генератора (фактори снага у капацитивном и индуктивном квадранту) за дефинисано место прикључења новог производног објекта на преносну мрежу ЕЕС Србије и очекиване напонско-реактивне прилике у систему. Неопходно је да се провера напонско-реактивне способности објекта изврши са предлогом мера за испуњење критеријума из Правила о раду преносног система, или према међународној пракси и стандардима (ENTSO-E Network Codes, IEC, IEEE итд.) за параметре који нису дефинисани постојећим Правилима о раду преносног система.
- 2.9. Резултати анализа транзијентне стабилности новог производног објекта
- 2.9.1. Анализа блиског и удаљеног квара (Under Voltage Ride Through)
- 2.9.2. Анализа рада у условима повишеног напона (Over Voltage Ride Through)
- 2.10. Анализа прелазних процеса средњег трајања при следећим поремећајима:
- 2.10.1. Испад новог производног објекта (при максималном ангажовању)
- 2.10.2. Испад најзначајније јединице у непосредној близини новог производног објекта
- 2.10.3. Испад највеће јединице у ЕЕС Србије (ако није обухваћена претходном тачком)
- 2.10.4. Испад највеће јединице у суседном систему
- 2.11. Провера утицаја новог производног објекта на стабилност ЕЕС при малим поремећајима, за следеће случајеве:
- 2.11.1. Пуна конфигурација водова прикључених на ВН сабирнице новог производног објекта,
- 2.11.2. Нерасположивост струјно најоптерећенијег вода прикљученог на ВН сабирнице новог производног објекта.
- 2.12. Оцена квалитета испоручене електричне енергије у тачки прикључења новог производног објекта на преносну мрежу (само за енергетске паркове):
- 2.12.1. Анализа појаве фликера у континуалном погону,
- 2.12.2. Анализа појаве фликера при склопним операцијама,
- 2.12.3. Анализа хармонијских изобличења.
- Уколико резултати анализа покажу да је потребна примена додатних мера у циљу одржања критеријума квалитета електричне енергије, предложити неопходна решења.
- 2.13. Општа оцена усаглашености објекта са Правилима о раду преносног система.

Одговарајући део системских анализа мора се поновити уколико Инвеститор изградње Објекта у процесу прикључења обезбеди другачије податке од оних који су узети у претходно наведеним анализама.

3 Подлоге

- 3.1 Правила о раду преносног система
- 3.2 Попуњен упитник за податке о електрани
- 3.4 Опис варијантних решења прикључка на преносну мрежу
- 3.5 Модел ветроелектране за динамичке анализе (*user-defined model*) за програмске пакете PSS/E и Digsilent
- 3.6 Параметри сопствене потрошње електране
- 3.7 Начин напајања сопствене потрошње електране (основно и резервно)
- 3.8 Уколико постоје Мишљења и анализе претходно издате Инвеститору од стране ЕМС АД у поступку прибављања неопходне документације
- 3.9 Карта микролокације предметног објекта

Прилог 2: Пример спецификације трошкова ангажовања ЕМС АД на изради Студије прикључења ветроелектране
на преносни систем

Ред. бр.	Активност	Радник / средство	Јединица мере	Количина	Јединична цена [дин] без ПДВ	Укупно [дин] без ПДВ
0	Управљање пројектом израде студије прикључења					
0.1	Руководилац пројекта	Електроинжењер	час	240	1.535,00	368.400,00
0.2	Администратор пројекта	Електроинжењер	час	160	1.535,00	245.600,00
1	Анализа стационарних стања					
1.1	Израда модела ЕЕС	Електроинжењер	час	80	1.535,00	122.800,00
1.2	Контрола квалитета израђеног модела ЕЕС	Електроинжењер	час	16	1.535,00	24.560,00
1.3	Прорачун токова снага	Електроинжењер	час	40	1.535,00	61.400,00
1.4	Провера напонских прилика	Електроинжењер	час	20	1.535,00	30.700,00
1.5	Анализа сигурности (<i>N-1</i>)	Електроинжењер	час	80	1.535,00	122.800,00
1.6	Контрола квалитета прорачуна и анализе сигурности	Електроинжењер	час	24	1.535,00	36.840,00
1.7	Прорачун струја кратких спојева	Електроинжењер	час	96	1.535,00	147.360,00
1.8	Израда извештаја за прорачун стационарних стања преносне мреже	Електроинжењер	час	80	1.535,00	122.800,00

2	Мишљење ОПС					
2.1	Израда Мишљења ОПС за прикључење објекта	Електроинжењер	час	120	1.535,00	184.200,00
3	Технички услови					
3.1	Израда техничких услова	Електроинжењер	час	240	1.535,00	368.400,00
3.2	Контрола комплетности и верификација техничких услова	Електроинжењер	час	40	1.535,00	61.400,00
4	Пројектни задатак					
4.1	Израда пројектног задатка за прикључак објекта	Електроинжењер	час	200	1.535,00	307.000,00
4.2	Израда пројектног задатка за прикључак објекта	Возило - путничко	km	300	85,00	25.500,00
4.3	Контрола комплетности и верификација пројектног задатка за прикључак објекта	Електроинжењер	час	80	1.535,00	122.800,00
5	Анализа динамичких прелазних процеса					
5.1	Валидација достављених података за проверу динамичке стабилности и утицаја на квалитет електричне енергије	Електроинжењер	час	40	1.535,00	61.400,00
5.2	Израда динамичког модела ЕЕС	Електроинжењер	час	120	1.535,00	184.200,00
5.3	Контрола квалитета израђеног динамичког модела ЕЕС	Електроинжењер	час	24	1.535,00	36.840,00

5.4	Анализа транзијентне стабилности	Електроинжењер	час	40	1.535,00	61.400,00
5.5	Динамика средњег трајања	Електроинжењер	час	40	1.535,00	61.400,00
5.6	Статичка стабилност система на мале поремећаје	Електроинжењер	час	40	1.535,00	61.400,00
5.7	Контрола квалитета прорачуна и анализе динамичких прелазних процеса	Електроинжењер	час	48	1.535,00	73.680,00
5.8	Израда извештаја за прорачун и анализу динамичких прелазних процеса	Електроинжењер	час	80	1.535,00	122.800,00
6	Провера квалитета електричне енергије					
6.1	Валидација достављених података за проверу утицаја на квалитет електричне енергије	Електроинжењер	час	24	1.535,00	36.840,00
6.2	Прорачун утицаја на емисију фликера	Електроинжењер	час	80	1.535,00	122.800,00
6.3	Провера хармонијских изобличења	Електроинжењер	час	40	1.535,00	61.400,00
6.4	Контрола провере квалитета електричне енергије	Електроинжењер	час	40	1.535,00	61.400,00
6.5	Израда извештаја за проверу утицаја на квалитет електричне енергије	Електроинжењер	час	56	1.535,00	85.960,00

7	Провера усаглашености са Правилима о раду преносног система					
7.1	Провера способности електране за пролазак кроз кварове	Електроинжењер	час	80	1.535,00	122.800,00
7.2	Провера напонско-реактивне способности електране	Електроинжењер	час	80	1.535,00	122.800,00
7.3	Провера изобличења напонског таласа	Електроинжењер	час	24	1.535,00	36.840,00
7.4	Израда извештаја о усаглашености са Правилима о раду преносног система	Електроинжењер	час	80	1.535,00	122.800,00
УКУПНО (без ПДВ)						3.789.320,00 динара

Прилог 3: Улазни подаци неопходни за израду Студије прикључења ветроелектране _____ која се прикључује на преносни систем

Appendix 3: Input data necessary for the Connection Study of the Wind Power Plant to the transmission system

Стационарне и друге анализе обухваћене Студијом прикључења објекта реализују се на моделу електроенергетског система за годину прикључења објекта преносни систем, стање сагледано важећим Планом развоја преносног система у тренутку иницирања процеса израде Студије прикључења Објекта.

Static and other analyses that are scope of the Connection Study will be performed using the transmission system model for the foreseen year of connection, according to the National Transmission System Development Plan.

Упитник за податке и подлоге за израду Студије прикључења Објекта је на следећим странама у оквиру Прилога 3.

QUESTIONNAIRE FOR THE CLIENT – Input data questionnaire for the Connection Study can be found on the following pages:

Свака група података се попуњава за сваки агрегат (турбина-генератор) понаособ. Уколико више агрегата има исте карактеристике, изнад табеле је потребно навести све агрегате на које се табела односи.

Input data necessary for the Connection study (Подаци који су потребни за израду Студије прикључења на преносни систем):

- **Wind Power Plant name (Назив ветроелектране):** _____
- **Active power requested for approval (Снага за коју се тражи одобрење – снага на прагу преноса) :** $P = \text{___} \text{MW}$.
- **Foreseen year of connection of the Wind Power Plant (Перспективна година прикључења ветроелектране на преносни систем):** _____. год.
- **Draft of the Wind Power Plant single line diagram (MV) (Планирана једнополна шема ветроелектране на средњем напону)**
- **Number of units of the power transformers in the first phase of construction of the Wind Power Plant (Број комада мрежних трансформатора у првој фази изградње ветроелектране):** _____
- **Number of units of the power transformers in the final phase of construction of the Wind Power Plant (Број комада мрежних трансформатора у крајњој фази изградње ветроелектране):** _____

it is necessary to provide the following data sets:

Basic characteristics of the Wind Power Plant

1. Location and construction plan; **(обавезан улазни податак за прву фазу системског дела Студије)**
2. Estimation of annual generation based on wind speed measurements. **(обавезан улазни податак за прву фазу системског дела Студије)**
3. Disposition of planned generation capacity/plant in the transmission grid of power system of Serbia. **(обавезан улазни податак за прву фазу системског дела Студије)**
4. Data regarding auxiliary load (depending on the wind farm output power) **(обавезан улазни податак за прву фазу системског дела Студије)**
5. Type and parameters of generator, converter, step-up transformer, grounding, relay protection, single line diagram of the substation, single line diagram of the internal wind park network with parameters, operation charts and dynamic model of wind turbine generator.
6. Wind generator type or types data which are intended to be installed in the Wind Power Plant with characteristics provided by the manufacturer

7. Wind generator characteristics:

General wind power data		
Cut-in wind speed		m/s
Rated wind speed		m/s
Cut-out wind speed		m/s
Wind turbine rated power		kW
Blade data		
Blade type		
Blades angle of rotation		°
Blade weight		t
Tower data		
Tower type		
Tower height		m
Tower weight		t
Turbine data		
No of blades		
Diameter		m
Swept area		m ²
Rotation rated speed		rpm

Generator data		
Generator type		
Rated speed (synchronous speed)		rpm
Speed range		rpm
Maximum speed		rpm
Rated power		kVA
Maximum power		kW
Range of reactive power (ind.-cap.)		kVAr
Range of power factor (ind.-cap.)		(lead-lagg)
Short circuit power		kVA
Stator line voltage and range of voltage variation ($\pm\%$)		V
Stator frequency and permitted range ($\pm\%$)		Hz
Number of poles (2p)		

Stator coupling		
Machine efficiency		
Stator resistance (calculated on the stator reference)		Ω
Rotor resistance (calculated on the stator reference)		Ω
Stator reactance (calculated on the stator reference)		Ω
Rotor reactance (calculated on the stator reference)		Ω
Magnetizing reactance (calculated on the stator reference)		Ω
Equivalent subtransient reactance X''		%
Equivalent transient reactance X'		%
Equivalent subtransient time constant T''		s
Equivalent transient time constant T'		s
Line voltage on the opened contacts of the locked rotor		V
Inertia constant H (all rotating masses)		kWs/kVA
Generator moment of inertia		kg m ²
Total moment of inertia (all rotating masses)		kg m ²
Torsion constant high speed rotation axis converted to electrical side		Nm/rad
Requested diagrams		
<ul style="list-style-type: none"> • Wind generator magnetic core saturation curve (V-I no load chart) • Wind generator operating characteristics (P vs. wind speed chart) • Wind generator capability curve (P-Q chart) • Voltage control diagram (V-Q chart) 		

Power transformer characteristics		
No-load losses P₀		kW
Short circuit losses P_k		kW
Short circuit voltage u_k		%
No-load current i₀		%
or if available :		

Equivalent resistance R		Ω
Equivalent reactance X		Ω
Magnetising reactance X_m		Ω
if available		
Voltage control range		%
No. of taps		
Voltage step per tap		%
Tap changer time constant (including commutation and measurement delay)		s
Requested diagrams		
<ul style="list-style-type: none"> • Transformer magnetic core saturation curve (V-I no load chart) • Transformer energisation test curve (if available) 		

Besides these basic information, for the purpose of dynamic analyses, a suitable dynamic model of wind generator, developed in PSS/E and DigSilent power analysis software should be delivered. This model should contain:

- Wind generator dynamic model for subtransient and transient period
- Dynamic model of electrical controls (for the grid side and rotor side converter (if existing))
- Dynamic model of rotating masses (generator+shaft+gearbox+turbine)
- Dynamic model of turbine pitch control
- Dynamic model of wind turbine aerodynamics (if necessary)
- Dynamic model of relay protection (frequency, LVRT, overcurrent, HVRT if available, etc.)

8. Wind turbine power quality characteristic parameters (in accordance with IEC 61400-21)

8.1. General data

Wind turbine type (horizontal/vertical axis)	
Number of blades	
Rotor diameter (m)	
Hub height (m)	
Blade control (pitch/stall)	
Speed control (fixed/two-speed/variable)	
Generator type and rating(s) (kW)	
Frequency controller type and rating (kVA)	
Reactive compensation and rating (kvar)	
Transformation ratio and rating (kVA)	
Identification of wind turbine terminals	

8.2. Wind turbine rated data at terminals

Rated power, P_n (kW)	
Rated wind speed, v_n (m/s)	
Rated apparent power, S_n (kVA)	
Rated current, I_n (A)	
Rated voltage, U_n (V)	
Rated frequency, f_n (Hz)	

8.3. Voltage fluctuations

a. Continuous operations

Network impedance phase angle, ψ_k (°)	30	50	70	85
Annual average speed, v_a (m/s)	Flicker coefficients (ψ_k, v_a)			
6.0				
7.5				
8.5				
10.0				

b. Switching operations

Case of switching operation	Start-up at cut-in wind speed			
Max. number of switching operations, N_{10m}				
Max. number of switching operations, N_{120m}				
Network impedance phase angle, ψ_k (°)	30	50	70	85
Flicker step factor, k_f (ψ_k)				
Voltage change factor, k_U (ψ_k)				

Case of switching operation	Start-up at rated wind speed or higher			
Max. number of switching operations, N_{10m}				
Max. number of switching operations, N_{120m}				
Network impedance phase angle, ψ_k (°)	30	50	70	85
Flicker step factor, k_f (ψ_k)				
Voltage change factor, k_U (ψ_k)				

Case of switching operation	Worst case switching between generators			
Max. number of switching operations, N_{10m}				
Max. number of switching operations, N_{120m}				
Network impedance phase angle, ψ_k (°)	30	50	70	85

