

**PÖYRY ERŐTERV
ENERGETIKAI TERVEZŐ ÉS VÁLLALKOZÓ ZRT.**

1450 Budapest, Pf. 111.
Tel.: (36 1) 455-3600
www.poyry.hu

1094 Budapest, Angyal u. 1-3.
Fax.: (36 1) 218-5585
eroterv@poyry.com

**LÉVAI PROJEKT, ÚJ ATOMERŐMŰ LÉTESÍTÉSE
Döntés-előkészítő Megvalósíthatósági Tanulmány**

2. és 4. KÖTET

**Hálózatvizsgálatok
Kiegészítő számítások**

AZONOSÍTÓ KÓD:

MVM: 530303A 00028 ERA (annex)

ERŐTERV: 6F121104/0021/O

DÁTUM: 2012. június

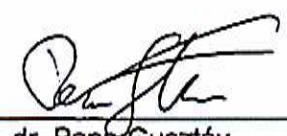
MUNKASZÁM: 6F121104



Nyilvántartási szám:
MS 0624-061
MS 0624/K-061

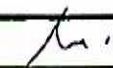
	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok Kiegészítő számítások	Fejezet	Lap/összes lap 2/28
---	---	---------	------------------------

A TERVDOKUMENTÁCIÓ ELKÉSZÍTÉSÉÉRT FELELŐS

Tervező	 Arnold Ákos	 Szeder László	 Szilágyi Ferenc
Minőségellenőr	 Mihály Gyula		
Projektvezető	 Szilágyi Ferenc		
Jóváhagyó	 dr. Papp Gusztáv		

Közreműködött:

MAVIR RTO
MAVIR OVRAM
CENTROMATIC Kft.

Szilágyi F.		2012.06.	MVM azonosító: 530303A 00028 ERA (annex)
Név	Aláírás	Dátum	ERŐTERV azonosító: 6F121104/0021/O

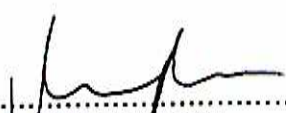
	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok Kiegészítő számítások	Fejezet	Lap/összes lap 3/28
---	---	---------	------------------------

MÓDOSÍTÁSOK ÁTTEKINTÉSE

Első kiadás dátuma: 2012. június

Módosítás jele	Módosult fejezet	Dátum	Kiveendő oldalak	Befűzendő oldalak
----------------	------------------	-------	------------------	-------------------


.....
tervező


.....
minőségellenőr

Szilágyi F.		2012.06.	MVM azonosító: 530303A 00028 ERA (annex)
Név	Aláírás	Dátum	ERŐTERV azonosító: 6F121104/0021/O

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok Kiegészítő számítások	Fejezet	Lap/Összes lap 4/28
---	--	----------------	--------------------------------

TARTALOMJEGYZÉK

1	BEVEZETŐ	6
2	KIEGÉSZÍTŐ HÁLÓZATVIZSGÁLAT	8
2.1	A vizsgálat felépítése.....	8
2.2	A hálózati modell kialakítása	10
2.3	Egyszeres sugarasodási vizsgálatok a [REDACTED] MW-os bővítéshez	10
2.4	Kiegészítő zárlatvizsgálatok	11
2.4.1	1. telephely, [REDACTED] MW-os bővítés.....	11
2.4.2	2. telephely.....	13
2.5	Kiegészítő stabilitásvizsgálatok	14
2.5.1	[REDACTED] telephely, [REDACTED] MW-os bővítés.....	15
2.5.2	[REDACTED] telephely, [REDACTED] MW-os bővítés.....	16
2.5.3	[REDACTED] telephely, [REDACTED] MW-os bővítés.....	18
2.6	Az Üzemi Szabályzat minimális kritikus zárlathárítási időre vonatkozó előírásának csökkentési lehetőségei	19
2.7	A tranziens stabilitás értékelése az elvégzett vizsgálatok tükrében.....	22
2.8	A blokktranszformátor szabályozhatósága és a blokk működési tartományának elemzése.....	25
	MELLÉKLETEK	28

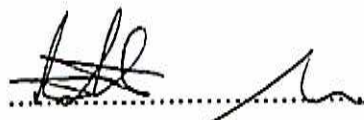
Szilágyi F.		2012.06.	MVM azonosító: 530303A 00028 ERA (annex)
Név	Aláírás	Dátum	ERŐTERV azonosító: 6F121104/0021/O

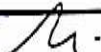
	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok Kiegészítő számítások	Fejezet	Lap/összes lap 5/28
---	--	---------	------------------------

TERVEZŐI NYILATKOZAT

A tárgyi tervezési munkát végző tervező(k) a magyar törvényekben, rendeletekben, hatósági előírásokban és a szerződésben kötelezően előírt, valamint a vonatkozó szabványokban és ágazati előírásokban rögzítetteket maradéktalanul betartotta(k).

Budapest, 2012. június


.....
tervező(k)

Szilágyi F.		2012.06.	MVM azonosító: 530303A 00028 ERA (annex)
Név	Aláírás	Dátum	ERŐTERV azonosító: 6F121104/0021/O

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok Kiegészítő számítások	Fejezet	Lap/összes lap 6/28
---	--	----------------	--------------------------------

1 BEVEZETŐ

A Lévai projekt keretében készülő Döntés-előkészítő megvalósíthatósági tanulmány a szabályozási és hálózatfejlesztési igényeket vizsgálja.

A vizsgálatok előkészítéseként ERŐTERV elkészítette a 6F121104/0001/O jelű dokumentumot (Előzetes hálózati megfontolások és a Paks-II. állomás általános ismertetése), mely összefoglalta a legfontosabb előzményeket és alapvetéseket. A megrendelői zsűri észrevételei alapján elkészült az előzetes anyag 6F121104/0001/A jelű módosított változata is.

Ezen előzmények után megkezdődtek a részletes hálózatvizsgálatok a Szerződés 2.sz. mellékletében részletezett feladat 2. és 4. pontja szerinti tartalommal.

A számításokat a MAVIR ZRt. Rendszerszintű Tervezési és Elemzési Osztálya végezte, számára a hazai mellett a számításokhoz nélkülözhetetlen nemzetközi villamos hálózati modell is rendelkezésre áll.

A hálózatvizsgálat eredményeit – a Szerződésben rögzített ütemezésnek megfelelően – két részben adtuk közre (továbbiakban Tanulmányunk 1. és 2. része). Az 1. rész (6F121104/0021/O, 2011. december) a maximális, [REDACTED] MW-os bővítéssel foglalkozott, míg a 2. rész (6F121104/0022/O, 2011. december) a kisebb teljesítményű, [REDACTED] vagy [REDACTED] MW-os blokkal történő bővítésre vonatkozó eredményeket mutatta be.

Ezzel a vizsgálatokat nem tekintettük lezártnak, a közreadás célja elsősorban a létesítési feladatok (a Szerződés 2.sz. mellékletében részletezett feladat 3. pontja) előkészítésének támogatása volt. Ezen túlmenően a számítási feladatokkal kapcsolatos kérdések tisztázására is szükség volt, mely a kisebb teljesítményű bővítések vizsgálata során már figyelembe vehető volt, a nagyobb teljesítményű blokkok kapcsán azonban kiegészítő számításokat tett szükségessé.

Szilágyi F.		2012.06.	MVM azonosító: 530303A 00028 ERA (annex)
Név	Aláírás	Dátum	ERŐTERV azonosító: 6F121104/0021/O

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok Kiegészítő számítások	Főjezel	Lap/összes lap 7/28
---	--	----------------	--------------------------------

A kiegészítő számításoknál figyelembe vettük a létesítési feladatok előkészítése kapcsán születő eredményeket is, melyeket a 2012. március 1-jén tartott zsűri is megerősített, és az ennek nyomán kiadott 6F121104/0031/A jelű dokumentum (1-2. rész, 2012. április) foglalja össze.

Alábbiakban a Szerződésmódosítás műszaki tartalmának 1–9. pontja szerinti vizsgálatok eredményeit adjuk közre.

Jelen anyag a Tanulmány 1. és 2. részének ismeretét feltételezi, és azzal együtt érvényes.

Szilágyi F.		2012.06.	MVM azonosító: 530303A 00028 ERA (annex)
Név	Aláírás	Dátum	ERŐTERV azonosító: 6F121104/0021/O

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok Kiegészítő számítások	Fejezet	Lap/összes lap 8/28
---	--	----------------	-----------------------------------

2 KIEGÉSZÍTŐ HÁLÓZATVIZSGÁLAT

2.1 A vizsgálat felépítése

Az első számítások és a létesítményi vizsgálatok eredményeinek szakértői megvitatása, a 2012. március 1-ji zsűrin hozott határozatok és Megrendelő álláspontja alapján kiegészítő vizsgálatok váltak szükségessé az alábbi témakörökben:

- Egyszeres sugarasodási vizsgálatok a [REDACTED] MW-os bővítéshez,
- Paks-I. alállomás [REDACTED] transzformátorral való bővítése,
- [REDACTED] távvezetékrendszer létesítése,
- [REDACTED] távvezetéki kapcsolat létesítése,
- Rendszerterhelés és export szempontjából minimális üzemállapotok (beleértve a meglévő blokkok leállításának esetét is),
- Az Üzemi Szabályzat minimális kritikus zárathárítási időre vonatkozó előírásának csökkentési lehetőségei,
- A főtranszformátorok terhelés alatti fokozatkapcsolójának (OLTC) szükségessége,
- Paks-II. alállomás [REDACTED] történő megvalósulása.

Mivel a teljesítmény kiszállítása már az első körben javasolt hálózatfejlesztésekkel is megoldható, ezért a további hálózatfejlesztések figyelembevételével újabb load-flow vizsgálatot nem kellett készíteni. (Teljesítménykiszállítás szempontjából a Paks-II. alállomás új telephelye nem jelent számottevő változást.)

A korábbi vizsgálatok kettős sugarasodásvizsgálatai alapozták meg Paks-II. alállomásban a [REDACTED] kV-os hosszanti gyűjtősinbontás beépítésének szükségességét. Kiegészítő vizsgálatainkban elemeztük a blokkok speciális üzemállapotait, amikor az egyik sínfélen mindkét gyűjtősinrel megszakad a kapcsolat, és az egy mezősorba csatlakozó távvezetékek csak egymással vannak összekötve, ennek eredményeképpen a szembekapcsolt távvezeték az egyik blokk teljes teljesítményét egy szomszédos alállomásba szállítja (sugarasodás).

Mivel a hálózati vizsgálatok során [REDACTED] döntés született ennek a területnek a részletesebb vizsgálatáról. A [REDACTED] és [REDACTED]

Szilágyi F.		2012.06.	MVM azonosító: 530303A 00028 ERA (annex)
Név	Aláírás	Dátum	ERŐTERV azonosító: 6F121104/0021/O

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok Kiegészítő számítások	Fejezet	Lap/összes lap 9/28
---	--	----------------	--------------------------------

irányú új távvezetési kapcsolatok mellett más üzemállapotok vizsgálatára, és a MAVIR OVRAM mint szakértő bevonása mellett a védelmi készülékek és védelmi filozófia elemzésére is sor került.

Paks-I. és Paks-II. állomásokban a további hálózatbővítések zárlati és stabilitási szempontból is a korábbiaktól jelentősen eltérő igénybevételt jelentenek, ezért ezekre a hálózatbővítésekre a zárlatszámítást és a tranziens stabilitási vizsgálatot is el kellett végezni. A kiegészítő vizsgálatoknál törekedtünk arra, hogy az 1. telephely vonatkozásában kiteljesítsük a képet, és megfelelő összehasonlítási alapot kapjunk a 2. telephely, részletesebb vizsgálatához, értékeléséhez.

Az a)-e) és h) pontokhoz kapcsolódó hálózatszámításokat továbbra is MAVIR ZRt. Rendszerszintű Tervezési és Elemzési Osztálya végezte. Ezeknél a számításoknál elegendőnek tartottuk csupán a MW-os bővítés vizsgálatát, mivel ennek eredményei és a kisebb blokkokhoz kapcsolódó eddigi számítások figyelembevételével megítélhető az egyes változtatások kisebb blokkokra vonatkozó hatásának jellege. Egyedül a minimális rendszerállapotban vizsgáltunk meg a MW-os blokkok viselkedését, hogy ilyen üzemállapotokban is kapjunk összehasonlítási alapot egy kisebb teljesítményű bővítésnél.

Döntés született továbbá arról is, hogy az új blokkok működési tartományát, a terhelési alatti fokozatkapcsoló szükségességét, illetve működésének hatását részletesebben is vizsgálni kell. Az ehhez kapcsolódó elemzésekre (MVM-mel mint Megrendelővel egyetértésben) ERŐTERV szakértőként CENTROMATIC Kft.-t kérte fel.

Szilágyi F.		2012.06.	MVM azonosító: 530303A 00028 ERA (annox)
Név	Aláírás	Dátum	ERŐTERV azonosító: 6F121104/0021/O

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok Kiegészítő számítások	Fojezet	Lap/összes lap 10/28
---	--	----------------	---------------------------------

2.2 A hálózati modell kialakítása

A vizsgálat alapjául a Tanulmány 1. részében ismertetett módon továbbra is a MAVIR 2011. évi Hálózatfejlesztési Tervéhez¹ kidolgozott [REDACTED] évi téli csúcsterhelési állapot hálózati modellje szolgált, amely a magasabb terhelésfelfutási előrejelzést veszi alapul.

A vizsgálatok ugyancsak változatlan módon a Tanulmány 1. részéhez csatolt MAVIR-tanulmány mellékletében szereplő adatokkal vették figyelembe a létesítendő erőművi egységek (turbina-generátor, főtranszformátor) műszaki paramétereit.

2.3 Egyszeres sugarasodási vizsgálatok a [REDACTED] MW-os bővítéshez

A hálózatvizsgálatok első ütemében végzett kétszeres sugarasodásvizsgálatok rámutattak arra, hogy a Paks-II. alállomás mindkét gyűjtősinjének elvesztéséhez vezető eseménysorozatok során jelentősen lecsökken a kritikus zárathárítási idő. Túl nagy mindkét blokk egyidejű elvesztésének kockázata, ezért hosszanti gyűjtősinbontás beépítését javasoltuk a kettős sugarasodás lehetőségének elkerülésére.

Az 1. melléklet 0) pontjában ismertetett számítások vizsgálták a gyűjtősinbontás beépítése következtében lehetséges egyszeres sugarasodás esetét.

A vizsgálatok kimutatták, hogy különböző kapcsolási változatokban a sugarasan egy szomszédos állomásba tápláló blokk teljesítménye állandósult állapotban elszállítható a hálózaton. További elemek kiesése már kaszkád üzemzavart idézhet elő, de a távlati tervezés során nem követelmény ilyen sokszoros elemhiányos állapot figyelembevétele. A hálózati csatlakozás megfelelőségét bizonyítja, hogy a blokk teljesítménye egyszeres sugarasodás esetén kiszállítható.

¹ A Hálózatfejlesztési Terv a Tanulmány 1-2. részének kiadását követő időszakban kapta meg a Magyar Energia Hivatal jóváhagyását.

Szilágyi F.		2012.06.	MVM azonosító: 530303A 00028 ERA (annex)
Név	Aláírás	Dátum	ERŐTERV azonosító: 6F121104/0021/O

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok Kiegészítő számítások	Fojezet	Lap/összes lap 11/28
---	--	----------------	---------------------------------

A második gyűjtősínkapcsolat elvesztésével járó üzembavar transziens stabilitás szempontjából erőteljesen igénybe veszi a blokkot. Amennyiben a zárlathárítás nem normál védelmi működéssel (kb. [REDACTED] ms-on belül) történik, a sugaras üzemállapot nem tud kialakulni, a blokk kiesik a szinkronizmusból, mivel a kritikus zárlathárítási idő csupán [REDACTED] ms a különböző csatlakozási változatoknál. Egyedül az egyik blokk közeli Paks-I. alállomásra történő sugarasodását bemutató [REDACTED] változatnál érhető el [REDACTED] ms-os kritikus zárlathárítási idő, azonban a távoli [REDACTED] sugarasodó másik blokknál így is csak [REDACTED] ms ez az érték.

A Paks-I. alállomásra történő sugarasodás hátránya, hogy bekövetkezése esetén jelentősen megnő a meglévő állomásból kiszállítandó teljesítmény, viszont elveszik a kuplungvezetéken keresztüli kiszállítás lehetősége. Mindkét blokk Paks-I.-re sugarasítását ezért nem javasoljuk.

A szakmai egyeztetések eredménye és a zsűri állásfoglalása alapján az egyik blokkot [REDACTED] a másikat [REDACTED] szembekapcsoló megoldásokat vesszük figyelembe a továbbtervezés során.

2.4 Kiegészítő zárlatvizsgálatok

2.4.1 [REDACTED] telephely, [REDACTED] MW-os bővítés

A [REDACTED] MW-os bővítésre vonatkozó zárlatvizsgálatok eddigi eredményeit Tanulmányunk 1. részének 2.3.3 és 2.5.4 pontja mutatja be. Itt részletesen elemeztük a bővítés utáni zárlati viszonyokat és a zárlatkorlátozás lehetőségeit. A [REDACTED] [REDACTED] transzformátorral és [REDACTED] második rendszerrel történő bővítése esetén kapott zárlati értékek mellett az összehasonlítás kedvéért bemutatjuk az ezek nélkül (1. rész 2.5.4 pontja szerinti hálózati konfigurációval) kapott eredményeket is a két paksi [REDACTED] kV-os csomópontban:

Szilágyi F.		2012.06.	MVM azonosító: 530303A 00028 ERA (annex)
Név	Aláírás	Dátum	ERŐTERV azonosító: 6F121104/0021/O

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítőse Hálózatvizsgálatok Kiegészítő számítások	Fejezet	Lap/összes lap 12/28
---	--	----------------	---------------------------------

■■■■ kV-os szubtransziens zárlati áramok az ■■■■ sz. telephelyet figyelembe véve
a különböző hálózati bővítések függvényében (kA)

1. táblázat

	Az 1. részben bemutatott konfigurációra				■■■■ kV-os transzformátorral				■■■■ kV-os transzformátorral és ■■■■ rendszerrel			
	Paks-I.		Paks-II.		Paks-I.		Paks-II.		Paks-I.		Paks-II.	
Zárlat	3F	FN	3F	FN	3F	FN	3F	FN	3F	FN	3F	FN
Zárlati áram	46,4	52,7	47,3	54,9	46,5	53,0	47,3	55,0	47,9	54,3	49,1	56,8

A részletes számítási eredmények az 1. melléklet 4. pontjában láthatók.

Az eredmények alapján a meglévő Paks-I. alállomásban a ■■■■ transzformátor beépítése lényegében nem befolyásolja a zárlati viszonyokat a két ■■■■ kV-os kapcsolóberendezésben. Legnagyobb mértékben Paks-I. állomás FN zárlati árama emelkedik, de ez a változás sem igazán számottevő.

A Paks-II. állomásba csatlakozó ■■■■ távvezetékrendszer ennél érzékenyebben, a régi állomásban ■■■■ kA-rel, az új állomásban ■■■■ kA-rel növeli a 3F/FN zárlati szintet.

A Tanulmányunk 1. részének 2.5.4 pontjában ismertetett zárlatkorlátozási lehetőségek figyelembevételével a zárlati áram mértéke elfogadható az ■■■■ kA-es kapcsolóberendezés vonatkozásában. Paks-II. állomásban azonban a kisebb biztonsági tartalékra, valamint az alállomás tervezett élettartamára és villamosenergia-rendszerben betöltött szerepére való tekintettel a ■■■■ irányú második kapcsolat kiépítése esetén még inkább javasolható a ■■■■ kA-es kiépítés.

A mellékelt eredmények között szerepel Paks-I. alállomás ■■■■ kV-os zárlati igénybevétele is, melyet a ■■■■ kV-os transzformátor beépítése tett érdekessé. Az ■■■■ transzformátorral a zárlat ugyanis túllépi a ■■■■ kV-os kapcsolóberendezés ■■■■ MVA-es zárlati szilárdságát. Ez indokolja a ■■■■ transzformátor beépítésével egyidejűleg ■■■■ kV-os gyűjtőszintbontó létesítését, amivel a két gyűjtőszint fél zárlati szintje a maximálisan megengedett érték alatt tartható mindhárom transzformátor egyidejű üzemelése mellett is.

Szilágyi F.		2012.06.	MVM azonosító: 530303A 00028 ERA (annex)
Név	Aláírás	Dátum	ERŐTERV azonosító: 6F121104/0021/O

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok Kiegészítő számítások	Fejezet	Lap/összes lap 13/28
---	--	----------------	---------------------------------

2.4.2 2. telephely

Az előzőekben láthattuk, hogy [REDACTED] transzformátor beépítése a [REDACTED] kV-os zárlati viszonyokat lényegében nem befolyásolja, így a 2. telephelyen a Tanulmány 1. része szerinti hálózati konfigurációra külön számításokat nem végeztünk, csupán a három hálózatbővítéssel kialakuló üzemállapotokra:

[REDACTED] kV-os szubtranzien্স zárlati áramok az [REDACTED] sz. telephelyet figyelembe véve
a különböző hálózati bővítések függvényében (kA)

2. táblázat

	[REDACTED] kV-os transzformátorral				[REDACTED] kV-os transzformátorral és [REDACTED] rendszerrel				[REDACTED] kV-os transzformátorral és [REDACTED] és [REDACTED] rendszerrel			
	Paks-I.		Paks-II.		Paks-I.		Paks-II.		Paks-I.		Paks-II.	
Zárlat	3F	FN	3F	FN	3F	FN	3F	FN	3F	FN	3F	FN
Zárlati áram	47,1	52,5	47,8	54,0	48,2	53,6	49,4	55,6	48,3	53,7	50,2	56,7

A részletes számítási eredmények az 1. melléklet 5. és 7. pontjában láthatók.

A telephely nyugati irányú eltolása különbözőképpen változtatja meg a vezetékhosszakat, összességében azonban nagyobb 3F zárlati áram adódik, csökken az [REDACTED] kA-es szilárdsághoz képest a tartalék. Az FN zárlati áram ugyanakkor csökken, Paks-II. alállomásban a csökkenés eléri az [REDACTED] kA-t.

Az előzőek szerint tehát továbbra is elfogadható a zárlati áram mértéke a zárlatkorlátozási lehetőségek és az [REDACTED] kA-es zárlati szilárdság figyelembevételével, Paks-II. állomásban a távlati szempontokra való tekintettel pedig még inkább javasolható a [REDACTED] kA-es kiépítés.

A Paks-II. alállomás további, [REDACTED] irányú kapcsolattal való bővítése esetén már [REDACTED] kA fölé nő a 3F zárlati szint is az új alállomásban. Paks-II.-ben tehát csak a [REDACTED] kA-es kiépítés lehet elfogadható, ha növelt dropú transzformátorral vagy más zárlatkorlátozási eszközzel nem biztosíthatjuk a kisebb zárlati szintet. Paks-I. alállomásban a 3F zárlati szint még elfogadható az [REDACTED] kA-es zárlati szilárdság figyelembevételével. Megvizsgálva azonban erre a maximális bővítésre a csillagponti fojtótekerces alkalmazásának hatásait (ld. 1. melléklet 7)

Szilágyi F.		2012.06.	MVM azonosító: 530303A 00028 ERA (annex)
Név	Aláírás	Dátum	ERŐTERV azonosító: 6F121104/0021/O

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok Kiegészítő számítások	Fejezet	Lap/összes lap 14/28
---	--	----------------	---------------------------------

pont) megállapítható, hogy még $\blacksquare$ ohm értékű fojtó beépítése mellett is $\blacksquare$ kA-es FN zárlati szint adódik.

Az 1. részben ismertetett zárlatkorlátozási megoldások biztosíthatják a zárlati szint további csökkentését, azonban a legnagyobb blokk és a legnagyobb hálózatbővítés megvalósulása esetén a meglévő $\blacksquare$ kV-os kapcsolóberendezés zárlati megfelelőségét a pontosabb adatok ismeretében újra meg kell majd vizsgálni.

Paks-I. alállomás $\blacksquare$ kV-os kapcsolóberendezésében a hosszanti gyűjtősinbontás a legnagyobb hálózatbővítés esetén is biztosítja az elfogadható zárlati szintet.

2.5 Kiegészítő stabilitásvizsgálatok

A $\blacksquare$ MW-os bővítésre vonatkozó tranziens stabilitásvizsgálatok eddigi eredményeit Tanulmányunk 1. részének 2.3.4 és 2.5.5 pontja mutatja be.

A vizsgálatok első ütemét követően tisztázódott hálózatképre a második ütem vizsgálatai $\blacksquare$ ms legkisebb kritikus zárlathárítási időt mutattak. Ez az erőművek hálózati csatlakozására nézve is irányadó Hálózatfejlesztési Irányelvben² előírt $\blacksquare$ ms-os minimális kritikus zárlathárítási időnek szigorúan véve nem felel meg. Ha figyelembe vesszük, hogy a Rendszerirányító tapasztalata szerint a gerjesztésszabályozási rendszerek beállítási értékeinek optimalizálásával $\blacksquare$ ms-mal is emelhető a kritikus zárlathárítási idő, akkor is legfeljebb a $\blacksquare$ ms-os érték tekinthető elfogadhatónak.

Az 1. rész vizsgálatai rámutattak, hogy a blokktranszformátor dropjának növelése (mely zárlati szempontból kedvező) a stabilitási viszonyokat rontja. Érzékenységi vizsgálatokkal szintén képet kaphattunk arról, hogy a gép feszültség növelésével (a nagyfeszültségű sin szabályozott feszültségének az emelésével vagy a transzformátor áttételének

² Irányelv a 120 kV és nagyobb feszültségű hálózatok fejlesztésének tervezésére, 2011.08.08.

Szilágyi F.		2012.06.	MVM azonosító: 530303A 00028 ERA (annex)
Név	Aláírás	Dátum	ERŐTERV azonosító: 6F121104/0021/O

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok Kiegészítő számítások	Fojozot	Lap/összes lap 15/28
---	--	-------------------------------	--

csökkentésével) a stabilitási viszonyok javulnak, és a két beavatkozás együttes alkalmazásával [REDACTED] ms-os kritikus zárlathárítási idő is elérhető.

A vizsgálatokat követő szakmai egyeztetések során megállapodás született, hogy a stabilitási viszonyok javítására és az alapadatokban bekövetkező esetleges változások hatásának elemzésére további vizsgálatokat kell végezni:

- A gépmodellre való érzékenység vizsgálatára a 2. ütem számításainak elvégzését követően kapott Alstom generátor és gerjesztésszabályozó adatokkal,
- A kritikus zárlathárítási idő növeléséhez hálózatbővítési lehetőségek elemzésével,
- A rendszerállapotról való érzékenység vizsgálatára csökkentett export, minimális terhelés és a régi blokkok leállításának különböző eseteire.
- A védelmi rendszerek részletes vizsgálatával (lásd 2.6. fejezet),

2.5.1 [REDACTED] telephely, [REDACTED] MW-os bővítés

Blokkparaméterekre való érzékenység

Az eredmények gépmodellre való érzékenységének vizsgálatára felhasználtuk a 2. ütem számításainak elvégzését követően kapott [REDACTED] generátor és gerjesztésszabályozó adatokat. Az ellenőrzést különösen az indokolta, hogy a korábbi [REDACTED] adatszolgáltatás hiányossága miatt a meglévő paksi statikus gerjesztésszabályozó-modellt kellett alkalmazni, míg az [REDACTED] adatrendszerhez rendelkezésre állt a gerjesztésszabályozó modellje is.

A számítás eredményei az 1. melléklet 1. b) pontjában láthatók. A táblázat kiemelt háttérszínnel jelölt celláiban a számítás felbontásának megfelelő, [REDACTED] ms-os különbség figyelhető meg az [REDACTED] adatszolgáltatással kapottakhoz képest, más ponton eltérés nincs. Megállapítható, hogy a meglévő paksi gerjesztésszabályozó-adatokkal kiegészített [REDACTED] adatszolgáltatással kapott eredményekhez képest nincs jelentős eltérés más előzetes adatrendszer alkalmazása esetén. Így a bővítés előkészítésének jelenlegi fázisában az eredetileg alkalmazott adatrendszertől való eltérés nem bizonyult indokolhatónak.

Szilágyi F.		2012.06.	MVM azonosító: 530303A 00028 ERA (annex)
Név	Aláírás	Dátum	ERŐTERV azonosító: 6F121104/0021/O

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok Kiegészítő számítások	Fejezet	Lap/összes lap 17/28
---	--	----------------	---------------------------------

Korábbi számításainkhoz hasonlóan megvizsgáltuk a gép feszültség növelésének hatását. Ezt a blokktranszformátor áttételének csökkentésével tettük meg. Ez csak akkor alkalmazható a tranziens stabilitási viszonyok befolyásolására, ha a blokktranszformátor terhelés alatti fokozatkapcsolóval (OLTC) van felszerelve. Az áttételcsökkentés hatása közelítőleg megegyezik a nagyfeszültségű sín szabályozott feszültségének azonos arányú növelésével, azonban ez a Rendszerirányító szempontjából nem feltétlenül elfogadható. Igazán tehát az OLTC alkalmazása tekinthető operatív megelőző beavatkozási lehetőségnek a tranziens stabilitás befolyásolására.

Az eredményekből az látható (lásd 1. melléklet 2. a) pont), hogy az áttétel 10%-os csökkentése 100 ms-mal növeli a kritikus zárathárítási időt. Az első 10%-os csökkentés 100 ms, a második (összességében 20%-os) pedig 100 ms legkisebb kritikus zárathárítási időt eredményez.

Rendszerállapotokra való érzékenység

Ugyanezt a vizsgálatsorozatot egy völgyterheléses rendszerállapotra is elvégezve sokkal kedvezőtlenebb eredményeket kapunk (lásd 1. melléklet 2. b) pont). A 2. telephelyre a völgyterheléses vizsgálatot a régi blokkok üzeme és leállítása mellett is elvégeztük. A blokkok leállítása esetén az eredmények lényegében nem változnak az 1. telephelynél tapasztaltakhoz képest, 100 ms értékkel a legkritikusabb az egyik kuplungvezeték karbantartásakor a másikon bekövetkező zárlat esete. A blokktranszformátorok áttételének változtatásával látható, hogy a 10%-os csökkentés 100 ms-mal növeli a kritikus zárathárítási időt. A névlegeshez képest 20%-os áttételcsökkentés már azt eredményezi, hogy a kuplungvezetéseket érintő kritikus szituációban is 100 ms a kritikus zárathárítási idő, a többi esetben pedig legalább 100 ms.

A régi blokkok üzemét fenntartva azonban ennél kedvezőtlenebb kép mutatkozik a völgyterheléses időszakban. A kritikus zárathárítási idő 100 ms közötti értékre csökken az összes vizsgált esetben. Az áttételcsökkentéssel 10%-onként 100 ms-mal növelhető a kritikus zárathárítási idő, de az összességében 20%-os áttételcsökkentés is 100 ms-os legkisebb zárathárítási időt eredményez.

Szilágyi F.		2012.06.	MVM azonosító: 530303A 00028 ERA (annex)
Név	Aláírás	Dátum	ERŐTERV azonosító: 6F121104/0021/O

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok Kiegészítő számítások	Fejezet	Lap/összes lap 18/28
---	--	----------------	---------------------------------

A régi és az új blokkok együttes üzeme tehát tranziens stabilitás szempontjából problémákat okozhat völgyterheléses időszakban a jelzett hálózatbővítések feltételezésével. A völgyidőszak azonban a régi erőműrész leállítását követően is kritikus marad.

rendszer és távvezeték létesítése

Az eredmények további javítására még egy további hálózatbővítési lehetőség hatását is megvizsgáltuk.

Ahogy azonban a irányú távvezetékrendszer is csupán ns-mal növelte a kritikus zárathárítási időt, a további, irányú bővítés sem eredményez nagyobb növekedést. Az 1. melléklet 6) pontjában bemutatott eredmények szerint a legkisebb kritikus zárathárítási idő ms, ami a ms-os határ figyelembevételével ugyan megfelelő lehet (feltételezve a gerjesztésszabályozó hangolásának kedvező hatását), de továbbra sem biztosít megnyugtató mértékű tartalékot völgyterheléses üzemállapotokra.

2.5.3 telephely MW-os bővítés

Kiegészítő vizsgálataink során ellenőrző számítást végeztünk a kisebb blokkosztályok közül az MW-osra, hogy képet kapjunk arról, a kisebb blokkoknál mennyire kritikus a völgyterheléses üzemállapot.

Az 1. melléklet 3) pontjában bemutatott eredmények között szerepel a csúcsterheléses üzemállapot vizsgálata Paks-I. alállomásban kV-os transzformátor figyelembevételével. A Tanulmányunk 2. részében közölt, transzformátor nélküli, Paks-II. 1. telephelyi vizsgálathoz képest a számítás felbontási határát elérő változás nem tapasztalható, ez is mutatja azt, hogy a harmadik transzformátor a stabilitási viszonyokat lényegileg nem befolyásolja.

A régi blokkok leállítását feltételező völgyterheléses vizsgálatban számított értékek nem mutatnak annyira jelentős romlást a csúcsterheléshez képest, mint az MW-os blokkoknál. Sőt, a ms-os értékek a ms-os határ figyelembevételével

Szilágyi F.		2012.06.	MVM azonosító: 530303A 00028 ERA (annex)
Név	Aláírás	Dátum	ERŐTERV azonosító: 6F121104/0021/O

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok Kiegészítő számítások	Fojezet	Lap/szamos lap 19/28
---	--	----------------	---------------------------------

elfogadhatók (feltételezve a gerjesztésszabályozó hangolásának kedvező hatását). Egyedül az egyik kuplungvezeték karbantartása mellett a másikon bekövetkező zárlat eredményez ■■■■ms-os kritikus zárlathárítási időt.

Az előző vizsgálatokból láttuk, hogy a régi blokkok üzeme lényegesen nem befolyásolja a kritikus zárlathárítási időt az egyik kuplungvezeték karbantartásos állapotában a másikon bekövetkező zárlat esetén, a többi vizsgált esetben várható inkább csökkenés. A régi blokkok üzeme mellett sem számíthatunk tehát ■■■■ms-nál lényegesen alacsonyabb kritikus zárlathárítási időre.

2.6 Az Üzemi Szabályzat minimális kritikus zárlathárítási időre vonatkozó előírásának csökkentési lehetőségei

A tranziens stabilitás biztonságának alapfeltételeként a Hálózatfejlesztési Irányelv 6.4.1. II. pontja írja elő a minimális kritikus zárlathárítási időt, melyet ■■■■ms-nál nem kisebb értékben határoz meg az erőműhöz közeli háromfázisú gyűjtőszárlatok esetére.

Ez a módszer egy első szűrőnek tekinthető. Ha egy erőművi csatlakozás nem teljesíti ezt az előírást háromfázisú megszakítóberagadással hárított erőműközeli háromfázisú gyűjtőszárlatok esetén, akkor a védelmi működési idők részletes leképezésével kell elvégezni a szimulációt (az Irányelv 6.4.1. III. pontja szerint). Amennyiben a ■■■■ms így sem teljesül, hálózatbővítést vagy más intézkedést kell javasolni.

Az Üzemi Szabályzat és az Irányelvek előírásai folyamatosan követik a technológiai fejlődést, hogy az újabb és újabb műszaki megoldásokat alkalmazó erőművi berendezések villamosenergia-rendszerrel való együttműködése zavartalanul biztosítható legyen. Az előírások így követték a blokknagyság növekedését is, eljutva az ■■■■MW-os határig, mely a napjainkban Magyarországon jellemzően üzemelő és tervezés alatt álló erőművi blokknagyság felső határának tekinthető.

Szilágyi F.		2012.06.	MVM azonosító: 530303A 00028 ERA (annex)
Név	Aláírás	Dátum	ERŐTERV azonosító: 6F121104/0021/O

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok Kiegészítő számítások	Fojezet	Lap/összes lap 20/28
---	--	----------------	---------------------------------

A Paksi Atomerőmű nagyblokkos bővítése azonban jelentősen túllépi a jellemző blokknagyságok tartományát, ezért a tervezés jelenlegi fázisában már megfontolható, hogy az [REDACTED] MW beépített teljesítőképességet túllépő blokkokra vonatkozó előírások pontosítva legyenek.

Ennek igényét jelzi az is, hogy a Magyar Energia Hivatal bevezette a jogi szabályozásba a „villamosenergia-rendszer üzemét lényegesen befolyásoló erőmű” fogalmát az [REDACTED] MW feletti teljesítménytartomány vonatkozásában. A rendszert lényegesen befolyásoló hatás miatt indokolt tehát az Üzemi Szabályzatban is megvizsgálni, szükséges-e a kategóriára vonatkozó egyedi előírások alkalmazása.

A Paksi Atomerőmű tervezett bővítése kapcsán végzett vizsgálataink alapján az alábbiakban az [REDACTED] MW-nál nagyobb beépített teljesítőképességű blokkok tranziens stabilitásának sajátosságait mutatjuk be és javaslatot teszünk ezekre vonatkozóan a minimális kritikus zárathárítási idő [REDACTED] ms-os előírásának csökkentésére.

A [REDACTED] ms-os előírás a Rendszerirányító tapasztalatai, a hálózat és a védelmi rendszerek működésének korábbi vizsgálatai alapján lett meghatározva.

A MAVIR OVRAM szakszolgálatának Tanulmányunkhoz készült vizsgálata bemutatja, hogy a jelenlegi legkorszerűbb védelmi készülékekkel elérhető mind a megszakítóberagadással járó zárathárítások bekövetkezési valószínűségének, mind a zárathárítási időnek a csökkentése. A 2. mellékletben közreadott vizsgálati dokumentum ezek alapján részletesen elemzi a megszakítóberagadási védelmi rendszer működését.

A védelmi rendszerek előzetes értékelésekor Tanulmányunk 1. részének 2.7 fejezetében az OVRAM szakértőivel egyeztetve a [REDACTED] ms-os határ elérését tartottuk elképzelhetőnek. A jelenlegi legkorszerűbb védelmi készülékek vizsgálata tehát ennek a határnak a szem előtt tartásával történt. Az eredmények igazolták, hogy a zárathárítási idő csökkentésének, a készülékek működési jellemzőinek és beállítási lehetőségeinek is köszönhetően a [REDACTED] ms-os határérték hibahelytől és készüléktípustól függően [REDACTED] ms közötti biztonsági tartalékkal elérhető.

Szilágyi F.		2012.06.	MVM azonosító: 530303A 00028 ERA (annex)
Név	Aláírás	Dátum	ERŐTERV azonosító: 6F121104/0021/O

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok Kiegészítő számítások	Fojezet	Lap/összes lap 21/28
---	--	----------------	---------------------------------

A legkorszerűbb készülékek képesek tehát arra, hogy egy gyűjtősin- vagy ahhoz közeli vezetékzárlatot **ms-on** belül még megszakító beragadás esetén is hárítsanak, így ennek a határértéknek az alkalmazása nem növeli a blokkok instabilitás miatti elvesztésének kockázatát. **A ms mint minimális kritikus zárlathárítási idő tehát elfogadható.**

A mellékelt elemzés külön foglalkozik azzal, hogy a beállított késleltetési idők csökkentése növeli a megszakító beragadással történő zárlathárítások – azaz a körbekapcsolások – valószínűségét. Ismerteti ugyanakkor azokat az Európában is alkalmazott gyakorlatokat, melyekkel ez a valószínűség csökkenthető. Kiemelkedik az adaptív megszakítóberagadási védelem alkalmazása, mely lehetőséget ad arra, hogy a beállított késleltetési idők csak a tranziens stabilitás szempontjából legkritikusabb – ugyanakkor igen ritka – 3F/3FN zárlatok esetén legyenek kisebbek, míg más zárlatoknál a jelenleg is alkalmazott gyakorlat szerint történjen a zárlathárítás.

A hálózatszámítási eredmények rámutattak arra, hogy a Paksi Atomerőmű bővítése esetén hálózatbővítéssel kevéssé növelhető a kritikus zárlathárítási idő. A hálózatbővítést a teljesítmény állandósult állapotbeli kiszállítása csak egy bizonyos mértékig indokolja. A további távvezeték-építések nemcsak a költségeket növelik jelentősen, hanem a zárlati szint is emelkedik, ami további beruházásokat generálhat, és a bővülő távvezeték-hálózat meddőteljesítmény-termelése kis terhelésű rendszerállapotokban problémákat jelenthet a Rendszerirányító számára. Nagy egységteljesítményű blokkoknál tehát nem célszerű csupán hálózatbővítéssel a kritikus zárlathárítási idő javítására törekedni.

Összefoglalva, az elvégzett vizsgálatok eredményei alapján az alábbi javaslatokat tesszük:

1. A tranziens stabilitás megítélésénél közbenső szűrő bevezetése: a háromfázisú erőmű közeli zárlatok egyfázisú megszakítóberagadással történő vizsgálata.

A nagyerművekre jellemző hosszabb tervezési időtáv miatt nem állnak rendelkezésre megfelelő részletességű és pontosságú gépadatok ahhoz, hogy a védelmi működési idők részletes leképezésével végzett szimuláció is megfelelő pontosságú legyen. Az Üzemi Szabályzat 5.1.10 (e) pontjában meghatározott kötelezettségvállalási

Szilágyi F.		2012.06.	MVM azonosító: 530303A 00028 ERA (annex)
Név	Aláírás	Dátum	ERŐTERV azonosító: 6F121104/0021/O

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok Kiegészítő számítások	Fojezet	Lap/összes lap 22/28
---	--	----------------	--

időszakon túlra történő tervezésnél Rendszerirányító fogadja el a tranziens stabilitás háromfázisú helyett egyfázisú megszakítóberagadással történő majorizáló jellegű megítélését is egyfajta közbenső szűrőként.

2. Rendszerirányító a villamosenergia-rendszer üzemét lényegesen befolyásoló erőművek esetén fogadja el a ■■■■ ms minimális kritikus zárlathárítási időt, azonban az általa meghatározott kötelezettségvállalási időszakon belüli tervezési fázisokra írjon elő egyeztetési kötelezettséget, hogy a védelmi rendszerek kialakítása megfelelő legyen.

A villamosenergia-rendszer üzemét lényegesen befolyásoló erőművi egységek tranziens stabilitásának javítása a kisebb erőművekhez képest számottevően nagyobb léptékű hálózatbővítést igényel, amelynek rendszerszintű hatásai mind műszaki, mind gazdasági szempontból jelentősek. Az elvégzett vizsgálatok igazolták, hogy a legkorszerűbb védelmi készülékek ■■■■ ms-on belül képesek a megszakítóberagadással járó zárlathárításra. A kisebb biztonsági időtartalék miatt a körbekapcsolással történő zárlathárítás növekvő valószínűsége európai gyakorlatban alkalmazott módszerekkel tartható kézben.

2.7 A tranziens stabilitás értékelése az elvégzett vizsgálatok tükrében

A stabilitásvizsgálatok eredményei az alábbiakban foglalhatók össze:

- A védelmi rendszerek részletes vizsgálata alapján a ■■■■ ms-os minimális kritikus zárlathárítási idő elfogadható.
- A kritikus zárlathárítási idő a telephelytől lényegileg független.
- A blokktranszformátor dropjának növelése kis mértékben csökkenti a kritikus zárlathárítási időt.
- A gépfeszültség növelésével javítható a kritikus zárlathárítási idő.
- Új távvezeték létesítésével nem érhető el a kritikus zárlathárítási idő nagymértékű növelése.
- Völgyterheléses üzemállapotban a stabilitási viszonyok jelentősen romlanak.

Szilágyi F.		2012.06.	MVM azonosító: 530303A 00028 ERA (annex)
Név	Aláírás	Dátum	ERŐTERV azonosító: 6F121104/0021/O

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok Kiegészítő számítások	Fejezet	Lap/összes lap 23/28
---	--	----------------	---------------------------------

- A régi blokkok leállítása után általában nő a kritikus zárlathárítási idő.

A számítások során kapott legfontosabb eredményeket az alábbiakban foglaljuk össze:

A legkisebb kritikus zárlathárítási idők összefoglalása

a [REDACTED] MW-os bővítésre (ms)

3. táblázat

Telephely	Hálózatbővítés	Blokktr. áttétel ($a_n=1$)	Rendszerállapot		
			csúcsterhelés	völgyterhelés	
			régi PAE blokkok üzemben	régi PAE blokkok üzemben	régi PAE blokkok leállítva
[REDACTED]	Eredeti	1	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	-	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	-	-

Az eredmények alapján a [REDACTED] távvezetékkel történő bővítéshez tartozó [REDACTED] ms-os legkisebb kritikus zárlathárítási idő a védelmi rendszerek részletes vizsgálata alapján megfelelő érték.

A minimális terhelési állapotban kapott [REDACTED] ms ezzel szemben jelentősen elmarad a [REDACTED] ms-os határtól. Kitekintve a régi paksi blokkok leállítása utáni völgyterheléses üzemállapotra, látható, hogy a legkisebb érték [REDACTED] ms, ez azonban csak az egyik kuplungvezeték karbantartása mellett a másikon bekövetkező zárlat során adódik, a többi esetben [REDACTED] ms-os érték figyelhető meg, ami a gerjesztésszabályozó hangolásának kedvező hatását figyelembe véve már elérhetővé teszi a [REDACTED] ms-os határt.

Szilágyi F.		2012.06.	MVM azonosító: 530303A 00028 ERA (annex)
Név	Aláírás	Dátum	ERŐTERV azonosító: 6F121104/0021/O

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok Kiigószító számítások	Fejezet	Lap/összes lap 24/28
---	--	----------------	---------------------------------

A völgyterheléses vizsgálatok eredményei arra is utalnak, hogy tranziens stabilitási szempontból kedvezőbb, ha a paksi távvezetékek nem völgyterheléses időszakban vannak karbantartásra kiadva.

A régi és az új blokkok együttes üzemének időszakára olyan intézkedéseket kell kidolgozni, melyek átmenetileg biztosítják völgyterheléses időszakban is az elfogadható üzembiztonságot. Ilyen lehet például a blokktranszformátor csökkentett áttétellel való üzemeltetése. A terhelés alatti fokozatkapcsoló (OLTC) megfelelő rugalmasságot biztosítana a különböző üzemállapotokhoz való alkalmazkodáshoz, de a terhelésmentes állapotban történő átkapcsolással (NLTC) is javítani lehet a tranziens stabilitást az átmeneti időszakban. Utóbbi esetben azonban nem lehetséges az üzemállapothoz való operatív igazodás, a blokktranszformátort egy hosszabb periódusban adott áttétellel kell üzemeltetni. Ebben az időszakban a gép feszültséget az üzemi tartomány felső felében kell tartani, és fel irányban jelentősen lecsökken a szabályozási tartalék. Az áttétel-csökkentés alternatívája a nagyfeszültségű sín szabályozott feszültségének növelése, ez azonban rendszerállapottól függően fogadható csak el a Rendszerirányító számára. Nem biztos, hogy a tranziens stabilitási viszonyok javításának szükségességével egyidejűleg megengedhető a nagyfeszültségű sín feszültségének növelése.

A stabilitásvizsgálat alapján összességében nem mondható, hogy hosszú távon indokolt volna a terhelés alatti fokozatkapcsoló beépítése, hiszen a régi blokkok leállítása után a stabilitás a gép feszültség emelése nélkül is megfelelő.

A [REDACTED] távvezetékkel történő további bővítés csak kis mértékben javítja a kritikus zárlathárítási időt, és még ez sem biztosít megnyugtató mértékű tartalékot a völgyterheléses üzemállapotokra.

Javasoljuk tehát a [REDACTED] ms-os minimális kritikus zárlathárítási idő elfogadását, a [REDACTED] MW-os bővítés vonatkozásában a [REDACTED] távvezeték kétrendszerűsítését, völgyterheléses üzemállapotokra pedig – különösen a két erőmű együttes üzemének időszakára – átmeneti intézkedések kidolgozását.

Szilágyi F.		2012.06.	MVM azonosító: 530303A 00028 ERA (annex)
Név	Aláírás	Dátum	ERŐTERV azonosító: 6F121104/0021/O

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok Kiegészítő számítások	Fejezet	Lap/összes lap 25/28
---	--	----------------	---------------------------------

A kisebb blokkok vonatkozásában a [REDACTED] ms figyelembevételével a [REDACTED] vezeték kétrendszerűsítése nélkül is elfogadhatók a stabilitási viszonyok, igaz, a két erőműrész együttes üzemének idejére esetükben is átmeneti intézkedésekre lesz szükség.

A különböző átmeneti intézkedések szükségességét jelentősen befolyásolja, hogy az új blokkok csatlakozásának későbbi vizsgálatai során, amikor pontosabb adatszolgáltatás áll majd rendelkezésre, milyen eredmények adódnak a részletes védelmi működési idők figyelembevételével végzett stabilitásszámítások során.

2.8 A blokktranszformátor szabályozhatósága és a blokk működési tartományának elemzése

Az elvégzett hálózatszámítások alapján terhelés alatt változtatható áttételű főtranszformátor alkalmazásának igénye nem merült fel, ezért a blokk működési tartományának elemzésével vizsgáltuk, hogy a gépegység fix áttétellel is kielégíti-e a vonatkozó előírásokat. A Tanulmányunk 1. részének 2.6 fejezetében ismertetett vizsgálatainkat szakértők által készített elemzéssel egészítettük ki (ld. 3. melléklet), mely a blokk működési tartományának részletes vizsgálata mellett az Üzemi Szabályzat érvényben lévő és az ENTSO-E elfogadás előtt álló előírásainak való megfelelést, továbbá a fokozatléptetés dinamikáját és a csomóponti szabályozás kialakításának problémakörét is vizsgálta.

Mivel a rendelkezésünkre álló adatrendszer alapján a különböző teljesítőképességű blokkok teljesítményhez köthető adatainak arányosságát feltételeztük a hálózatszámítások során, az [REDACTED] MW-os blokkosztályok üzemi feszültség-meddőteljesítmény tartományai egyetlen diagramban is ábrázolhatók viszonylagos egységek alkalmazásával. A mellékelt tanulmány I. része ennek segítségével elemzi az előírásoknak való megfelelést (3. melléklet I. rész 1.3 pont). A szakértői vélemény megállapítja, hogy ha a generátor tartósan üzemeltethető [REDACTED] [REDACTED] kapocsfeszültség-tartományban, a [REDACTED] névleges transzformátor-áttétel választása megfelelő, terhelés alatti áttétel-változtatásra (OLTC) nincs szükség. Az ÜSZ előírástól a nagyfeszültségű oldali [REDACTED] kV-os tartományban megfigyelhető kis eltérés egy kismértékű visszaterheléssel, vagy egy kismértékű – a transzformátor

Szilágyi F.		2012.06.	MVM azonosító: 530303A 00028 ERA (annex)
Név	Aláírás	Dátum	ERŐTERV azonosító: 6F121104/0021/O

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok Kiegészítő számítások	Fejezet	Lap/összes lap 26/28
---	--	----------------	---------------------------------

áramterhelhetőségét is figyelembe vevő – generátor állórész áramterhelési-maximum növeléssel áthidalható.

A mellékelt tanulmány II. részének 1.7. pontja a fentieket annyival egészíti ki, hogy a névlegeshez képest [REDACTED] szoros állórész-áram megengedésével az ÜSZ akkreditációs előírásai maradéktalanul teljesíthetők.

Amennyiben az ENTSO-E véglegesítés előtt álló irányelvnek elfogadása után a [REDACTED] kV-os határ [REDACTED] kV-ra vagy az alá való kiterjesztése válik szükségessé, a tartomány már nem fedhető le fix áttétellel a névleges hatásos teljesítmény kitáplálása mellett. A kitáplálás [REDACTED] %-os csökkentésével azonban már teljesíthetők a meddőteljesítmény-kitáplálásra vonatkozó előírások. A [REDACTED] kV alatti tartományban erősen korlátozódik a meddőteljesítmény-nyelés lehetősége, ami csak áttétel-csökkentéssel volna javítható. Ilyen alacsony feszültség mellett azonban kicsi a valószínűsége annak, hogy jelentős meddőteljesítmény-nyelésre volna igény.

A mellékelt tanulmány II. része elemzi a terhelés alatti fokozatkapcsoló működésének dinamikáját, valamint a régi és az új erőműrész feszültségszabályozásának összehangolását. Ezek alapján mind a terhelés alatti fokozatléptetés, mind a fix áttételű főtranszformátor melletti üzem megvalósítható a régi és az új erőműrész együttműködésében. A bővítés előkészítésének későbbi fázisában, az új erőmű paramétereinek ismeretében részletesen kell vizsgálni a csomóponti szabályozás megvalósítását.

Egy ilyen nagy teljesítményű blokk inkább meghatározója, sem mint elszenvedője a hálózati viszonyoknak. Csökkenő hálózati feszültségen is blokkonként [REDACTED] [REDACTED] Mvar meddőbetáplálás lehetséges a névleges hatásos teljesítmény kitáplálása mellett. A viszonylagos egységben meghatározott előírások szempontjából ez ugyan kevésnek tűnhet, abszolút értékben azonban [REDACTED] Mvar már jelentősen befolyásolja nem csak a lokális, hanem a tágabb hálózati környezet feszültségviszonyait is. Terhelés alatti áttétel-változtatás nélkül is jelentős meddőteljesítmény-tartomány áll tehát a Rendszerirányító rendelkezésére az üzemzavari helyzetek kezelése során.

Szilágyi F.		2012.06.	MVM azonosító: 530303A 00028 ERA (annex)
Név	Aláírás	Dátum	ERŐTERV azonosító: 6F121104/0021/O

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok Kiegészítő számítások	Fejezet	Lap/összes lap 27/28
---	--	----------------	---------------------------------

A viszonylagos egységben is széles feszültség-meddőteljesítmény tartomány elsősorban az elosztott energiatermelő egységek esetében fontos, melyek önmagukban kevéssé befolyásolják a hálózatot, sorozatos lekapcsolódásuk eredményeképpen azonban annál komolyabb hálózati hatások adódhatnak össze.

Összességében az üzemeltetési kockázatnövekedéssel szembeállítva aránytalannak ítéljük azt az élettartam kis százalékában tapasztalható üzembiztonsági nyereséget, amit egy terhelés alatti fokozatkapcsoló jelent.

Fentiek alapján javasoljuk, hogy Rendszerirányító fogadja el a terhelés alatti fokozatkapcsoló nélküli kialakítást az [REDACTED] MW-nál nagyobb beépített teljesítőképességű blokkok vonatkozásában.

Javasoljuk, hogy az új blokkok ajánlati kiírásában a főtranszformátor feszültségmentes állapotban történő átkötésének lehetősége legyen előírva, és ajánlattevő opcionális ajánlatot adjon a terhelés alatti fokozatkapcsolóval történő kialakításra. Az ajánlati kiírásban a generátor kapocsfeszültségének [REDACTED]% közötti szabályozhatóságát és a névlegeshez képest [REDACTED]-os tartós állórész-áramkorlátot elő kell írni.

Szállagyi F.		2012.06.	MVM azonosító: 530303A 00028 ERA (annex)
Név	Aláírás	Dátum	ERŐTERV azonosító: 6F121104/0021/O

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok Kiegészítő számítások	Fojezet	Lap/összes lap 28/28
---	--	----------------	---------------------------------

MELLÉKLETEK

1. Kiegészítő hálózatszámítási eredmények a Paksi Atomerőmű bővítéséhez
2. A Paksi Atomerőmű bővítése miatt, a zárlathárítási idő csökkentésének lehetőségére elvégzett vizsgálatok a tranziens stabilitás biztosítása érdekében
3. Paks-II erőmű tervezett blokktranszformátorok terhelés alatti áttétel-változtatásának elemzése

Szilágyi F.		2012.06.	MVM azonosító: 530303A 00028 ERA (annex)
Név	Aláírás	Dátum	ERŐTERV azonosító: 6F121104/0021/O