



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

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

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

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

2. és 4. KÖTET

2. rész

Hálózatvizsgálatok a kisebb teljesítményű

(■■■■ MW, ■■■■ MW, ■■■■ MW) bővítésekre

AZONOSÍTÓ KÓD:

530303A 00029 ERA

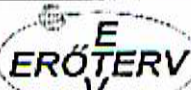
6F121104/0022/O

DÁTUM: 2011. december

MUNKASZÁM: 6F121104



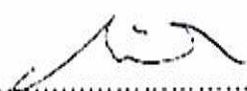
Nyilvántartási szám:
MS 0624-061
MS 0624/K-061

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok a kisebb teljesítményű bővítésekre	Fejezet	Lapösszesen: lap 3/24
---	--	---------	--------------------------

MÓDOSÍTÁSOK ÁTTEKINTÉSE

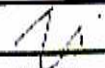
Első kiadás dátuma: 2011. december

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

.....

tervező

.....

minőségellenőr

Szállagyi F.		2011.12.	530303A 00029 ERA
Név	Aláírás	Dátum	6F121104/0022/O

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok a kisebb teljesítményű [redacted] bővítésekre	Fejezet	Lap/Összes lap 4/24
---	--	---------	-------------------------------

TARTALOMJEGYZÉK

1	BEVEZETŐ	7
2	HÁLÓZATVIZSGÁLAT	8
2.1	A vizsgálat felépítése	8
2.2	A hálózati modell kialakítása	9
2.3	Bővítés [redacted] vagy [redacted] MW (nettó) teljesítményű blokkal	10
2.3.1	Az állandósult állapot vizsgálata	10
2.3.2	Sugarasodási állapotok vizsgálata	12
2.3.3	Zárlatvizsgálat	15
2.3.4	Stabilitásvizsgálat	17
3	ÖSSZEFOGLALÁS	21
	MELLÉKLETEK	24

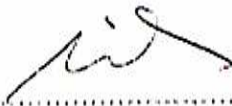
Szilágyi F.		2011.12.	530303A 00029 ERA
Név	Aláírás	Dátum	6F121104/0022/O

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok a kisebb teljesítményű bővítésekre	Fejezet	Lap/szamos lap 5/24
---	---	---------	-------------------------------

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, 2011. december 15.


.....
tervező(k)

Szilárdi F.		2011.12.	530303A 00029 ERA
Név	Aláírás	Datum	6F121104/0022/O

	LEVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatzvizsgálatok a kisebb teljesítményű (MW) bővítésekre	Fejezet	Lap/összes lap 6/24
---	--	---------	------------------------

ÁBRAJEGYZÉK

1. ÁTVITELI HÁLÓZAT – HFT- JANUAR, MAGASABB TERHELES
 RENDSZER= MW, EXPORT= MW PAKS + NETTO : MW
 MON, NOV 28 2011 11:16
2. ÁTVITELI HÁLÓZAT – HFT-: JANUAR, MAGASABB TERHELES
 RENDSZER= MW, EXPORT= MW PAKS + NETTO : MW
 MON, NOV 28 2011 10:51
3. ÁTVITELI HÁLÓZAT – HFT-2011 2025. JANUAR, MAGASABB TERHELES
 RENDSZER= MW, EXPORT= MW PAKS + NETTO MW
 MON, NOV 28 2011 10:49

Szilágyi F.		2011.12.	530303A 00029 ERA
Név	Aláírás	Datum	6F121104/0022/O

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok a kisebb teljesítményű [redacted] MW) bővítésekre	Fojozat	Lap/összes lap 7/24
---	--	----------------	--------------------------------

1 BEVEZETŐ

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

A tanulmány 2011 folyamán készül. A vizsgálatok előkészítéseként ERŐTERV elkészítette a 6F121104/0001/O jelű dokumentumot (Előzetes hálózati megfontolások és a Paks-II. alállomás 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 Szerződésben rögzített ütemezésnek megfelelően elkészült és leszállításra került a tanulmány első, a maximális [redacted] (ps) bővítéssel foglalkozó része. A maximális bővítésre vonatkozó vizsgálatok ezzel nem tekinthetők lezártnak, a közreadás célja a létesítési feladatok (a Szerződés 2.sz. mellékletében részletezett feladat 3. pontja) előkészítésének támogatása, és a számítási feladatokkal kapcsolatos kérdések tisztázása a kisebb teljesítményű bővítések vizsgálatát megelőzően. Ennek megfelelően a maximális bővítésre vonatkozó vizsgálatok a teljes tanulmány megállapításainak alátámasztására további számításokkal kiegészülhetnek.

A következőkben közreadjuk a részletes hálózatvizsgálat eredményeit – a Szerződésben rögzített ütemezésnek megfelelően a 2. és 4. kötet 2. részeként – a kisebb teljesítményű, [redacted] blokkal történő bővítésre vonatkozóan. A számításokat továbbra is a MAVIR ZRt. Rendszerszintű Tervezési és Elemzési Osztálya végezte.

Az előzőek értelmében a két kötet együtt kezelendő.

Szilágyi F.		2011.12.	530303A 00029 ERA
Név	Aláírás	Dátum	6F121104/0022/O

2 HÁLÓZATVIZSGÁLAT

2.1 A vizsgálat felépítése

A vizsgálat egyfelől a Magyar Villamos Művek Zrt. (MVM) és a Paksi Atomerőmű Zrt. (PAE), másfelől a Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli és Rendszerirányító Zrt. (MAVIR) közötti előzetes megállapodás szerinti műszaki tartalommal és módszertannal készült. Ennek értelmében először a [REDACTED] MW-os bővítés hálózati feltételeit kell részletes vizsgálatok eredményeként meghatározni, a kisebb teljesítményű egységekkel történő bővítést (változatlan feltételek között) csak akkor és olyan mértékben, amennyiben a [REDACTED] MW-os bővítés vizsgálata során feltárt problémák továbbra is fennállnak, de megoldásuk más, lehetőleg gazdaságosabb módon is elérhető.

A Paksi Atomerőmű kisebb [REDACTED] nettó) teljesítményű bővítésének vizsgálata a [REDACTED] bővítésre vonatkozó eredmények szakértői megvitatása, a szakértői vélemények figyelembevétele alapján megváltoztatott feltételekkel folytatódott, változatlan hálózatkialakítást alapul véve.

A vizsgálat célja annak meghatározása, hogy az erőmű [REDACTED] MW-os bővítése eredményeként kialakuló állandósult állapot terhelési és feszültségviszonyai, zárlati igénybevétele, üzemzavari viszonyai (N-1, N-1-1, N-2 hiányállapotok) hogyan alakulnak a kisebb teljesítményű blokkok létesítése esetén, továbbra is szükségesek-e és milyen mértékben azok az intézkedések (transzformátor drop növelése, csillagponti fojtótekercs, sugarasodáshoz kialakított kapcsolás), amelyek a [REDACTED] MW-os bővítés rendszerbe illesztését lehetővé tették.¹

¹ A fogalmak értelmezését lásd a tanulmány 1. kötetének mellékletében.

Szilágyi F.		2011.12.	530303A 00029 ERA
Név	Aláírás	Dátum	6F121104/0022/O

2.3 Bővítés [redacted] MW [redacted] teljesítményű blokkal

2.3.1 Az állandósult állapot vizsgálata

A PAE bővítésével létrejött új üzemszerű (N) állapotban az új egységek [redacted] MW-ot táplálnak be az átviteli hálózatra. Az egyes változatokra jellemző eltéréseket az 1. táblázatban, a teljesítményszállítás megoszlását a határkeresztező vezetéseken a 2. táblázatban foglaltuk össze.

A bővítési változatok jellemző hálózati adatai

1 táblázat

		[redacted] MW	[redacted] MW	[redacted] MW
Blokkméret (nettó)	MW	[redacted]	[redacted]	[redacted]
Csúcsterhelés	MW	[redacted]	[redacted]	[redacted]
Átviteli hálózati erőművek háziüzeme	MW	[redacted]	[redacted]	[redacted]
Átviteli hálózati veszteség	MW	[redacted]	[redacted]	[redacted]
Export	MW	[redacted]	[redacted]	[redacted]
Bővítés bruttó teljesítménye	MW	[redacted]	[redacted]	[redacted]
Bővítés nettó teljesítménye	MW	[redacted]	[redacted]	[redacted]
Önfogyasztás (blokkonként)	MW/Mvar	[redacted]	[redacted]	[redacted]
Generátor meddőtermelés (blokkonként)	Mvar	[redacted]	[redacted]	[redacted]
Hálózatra adott meddő (blokkonként)	Mvar	[redacted]	[redacted]	[redacted]
Kuplungvezetékek összerhelése	MW	[redacted]	[redacted]	[redacted]

A rendszerszaldó megoszlása a határkeresztező távvezetéseken

2. táblázat

		Blokkméret	[redacted]	[redacted]	[redacted]
Határkeresztező távvezetéseken			MW		
Göd	Levice	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
Győr	Gabčíkovo	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
Gönyű	Gabčíkovo	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
Gönyű	Gabčíkovo	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
Sajóivánka	Rimavská Sobota	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
Nyírtass	Zakhidnoukrainska	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
Kisvárd	Mukačevo	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
Nyírtass	Mukačevo	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
Tiszaölök	Mukačevo	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
Békéscsaba	Nadab	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
Sándorfalva	Arad	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

Szilágyi F.		2011.12.	530303A 00029 ERA
Név	Aláírás	Dátum	6F121104/0022/O

		Blokkméret					
Határkeresztező távvezetékek				MW			
Hévíz	Cirkovce						
Hévíz	Zerjavinec						
Pécs	Ernestinovo						
Pécs	Ernestinovo						
Sándorfalva	Subotica						
Győr	Sarasdorf						
Szombathely	Sarasdorf						
Győr	Neusiedl						
Győr	Wien Südost						
Összesen							

A paksi [redacted] kV-os csomópont feszültsége szabályozott, [redacted] kV, ennek tartásához az erőmű új blokkjai (változattól függően) [redacted] Mvar-t termelnek. A paksi csomópontból kiszállított teljesítmény vezetérendszerenként [redacted] MW közé esik, kivéve a [redacted] [redacted], illetve [redacted] szállítási irányt [redacted] MW). Ehhez a két paksi állomás közötti kuplungvezetékeken a [redacted] állomásba [redacted] MW érkezik, a két állomás teljesítményforgalma tehát kiegyenlített. A [redacted] kV-os transzformátorok együtt mintegy [redacted] MW-tal táplálják be a [redacted] kV-os elosztóhálózatot (lásd az 1÷3. ábrát).

Amint látható, a blokkméret csökkenésével a paksi alállomások és távvezetékek teljesítményforgalma egyenletesen csökken, a [redacted] MW-os bővítés vizsgálata során feltárt teljesítménykiszállítási problémák tehát szintén csökkennek, sőt, a kisebb egységteljesítmények esetén meg is szűnnek. Részletesebben ezért csak a [redacted] MW-os változatot ismertetjük.

Üzemszerű állapotban sem távvezeték vagy transzformátor túlterhelés, sem az előírt feszültséghatárok túllépése nem fordul elő.

Egyszeres kieséses (N-1) hálózatállapotokban az átviteli hálózaton vagy átviteli hálózati elem hiánya által másutt okozott határérték-túllépés nem fordul elő.

Szilágyi F.		2011.12.	530303A 00029 ERA
Név	Aláírás	Dátum	6F121104/0022/O

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok a kisebb teljesítményű bővítésekre	Fejezet	Lap/összes lap 13/24
---	---	---------	-------------------------

mellékletében) megtartva, a kisebb blokkteljesítmények esetében további megfontolások tehetők.

A Paksi Atomerőmű alállomásához csatlakozó [REDACTED] kV-os távvezetékek két csoportba sorolhatók:

- [REDACTED] mm² sodronykeresztmetszetűek [REDACTED] °C megengedett sodronyhőmérséklettel)
 - [REDACTED]
 - [REDACTED] I–II. (a bővítéshez javasolt új vezeték)

Ezeknek a vezetékeknek a termikus terhelhetősége $I_t/I_{ny} = [REDACTED]$ A, azaz [REDACTED] kV-ra számítva) [REDACTED] MVA.

- [REDACTED] mm² sodronykeresztmetszetűek: [REDACTED] °C megengedett sodronyhőmérséklettel)
 - [REDACTED]
 - [REDACTED]
 - [REDACTED]
 - [REDACTED] I–II.

Ezeknek a vezetékeknek a termikus terhelhetősége $I_t/I_{ny} = [REDACTED]$ A, azaz [REDACTED] kV-ra számítva) [REDACTED] MVA.

Látható, hogy (nyári terhelhetőséget alapul véve) a [REDACTED] mm² sodronykeresztmetszettel épített távvezeték nem alkalmas az [REDACTED] MW-os blokkteljesítmény kiszállítására (a korábban ismertetett állomáskapcsolások ennek figyelembevételével lettek meghatározva).

A blokkméret csökkenésével az [REDACTED] MW körüli teljesítmény lehet a választóvonal.

Vonalra adott [REDACTED] MW + [REDACTED] Mvar teljesítmény a nyári terhelhetőséget alapul véve a [REDACTED] mm² sodronnyal szerelt távvezeték [REDACTED] %-os terhelődésével jár, ami a sugarasodást mint kivételes állapotot figyelembe véve, elfogadható, ha az állomásban az árampálya [REDACTED] A-re van kiépítve. Hozzá véve, hogy [REDACTED] a feszültség [REDACTED] kV körüli értékre van beállítva, és a stabilitás fenntartása érdekében sugarasodás veszélye esetén [REDACTED] kV-ra emelhető, a blokk szükség esetén [REDACTED] mm² sodronykeresztmetszetű távvezetékkel is szembekapcsolható.

Szilágyi F.		2011.12.	530303A 00029 ERA
Név	Aláírás	Dátum	6F121104/0022/O

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok a kisebb teljesítményű bővítésekre	Fejezet	Lap/összes lap 14/24
---	--	----------------	---------------------------------

A sugarasodást megelőzően végrehajtott [] MW-os átmeneti korlátozás a terhelődést az eredetivel azonos feltételek mellett []%-ra csökkenti, tehát mintegy []%-os tartalékkal szolgál a legfeszítettebb üzemállapotban is.

[] vagy [] MW-os blokkok esetén az állomás kialakítását a sugarasodás lehetősége a teljesítmény kiszállítása szempontjából nem korlátozza.

A napokban adták át az [] kétrendszerű [] kV-os távvezetékét, amely eredetileg [] mm² sodronykeresztmetszetű fázisvezetővel épült, de egyes szakaszokon csak egyrendszerű oszlopsoron. A kétrendszerű kiépítés a kettős köteges fázisvezetőre tervezett Fenyő oszloppal történt, de az eredeti átviteli kapacitást kevésbé korlátozandó

- [] mm² sodronykeresztmetszetű [] °C megengedett sodronyhőmérsékletű) fázisvezető-sodrony

felszerelésével, amelynek a termikus terhelhetősége $I_t/I_{ny} = []$ A, azaz [] kV-ra számítva) [] MVA.

A terhelhetőségi értékek alapján megállapítható, hogy ez a kiépítés az [] MW-os blokk sugarasodását is kiszolgálja, így nemcsak az esetleg szükséges átépítéshez [] lehet figyelembe venni, hanem a [] távvezeték kialakítását is újra lehet/kell gondolni.

Az [] MW-os bővítés vizsgálatokor számba vett esetek az alábbiak voltak (ezekhez természetesen az alapesettől eltérő állomási kapcsolások tartoztak, a részletes magyarázatot lásd a tanulmány 1. részében):

- Az egyik blokk az [] a másik a [] távvezetékkel van szembekapcsolva. Az állomás kapcsolásából adódóan az egyik blokk sugarasodásakor kialakul és üzemben marad egy [] vagy [] összeköttetés.

A kapcsolat feltétele, hogy a [] összeköttetés alkalmas legyen a sugarasodás kiszolgálására (a problémát a tanulmány 1. része ismerteti). Ez egy stabilitásmentő rendszerautomatika kifejlesztésével lehetségesnek látszik, tehát a [] MW-os bővítéshez hozzá

Szilágyi F.		2011.12.	530303A 00029 ERA
Név	Aláírás	Dátum	6F121104/0022/O

lehet rendelni (a másik megoldás, a [REDACTED] távvezeték szakasz „kétrendszerűsítése”, azaz átépítése költséges volta miatt kisebb esélyű).

- Az egyik blokk az [REDACTED] a másik a [REDACTED] távvezetékkel van szembekapcsolva. Az állomás kapcsolásából adódóan az egyik blokk sugarasodásakor kiesik a [REDACTED] összeköttetés, a másik sugarasodásakor viszont kialakul és üzemben marad egy [REDACTED] kapcsolat. A [REDACTED] távvezeték fázisvezető-keresztmetszete csak [REDACTED] mm², az előző megfontolások alapján azonban megfelelőnek tekinthető a blokk teljesítményének átviteléhez. Ha mégsem, a mintegy [REDACTED] km hosszú távvezeték át kell építeni [REDACTED] vagy növelt átviteli kapacitású [REDACTED] mm²-esre.
- A két blokk az [REDACTED] távvezeték egy-egy rendszerével van szembekapcsolva. (Ennek természetesen az a feltétele, hogy az eredeti megoldástól eltérően a távvezeték mindkét rendszerét a Paks-II. állomásba kell csatlakoztatni, ezért ezt a megoldást nem javasoljuk.) Az állomás kapcsolásából adódóan az egyik blokk sugarasodásakor létrejön és üzemben marad egy [REDACTED] összeköttetés, a másik sugarasodásakor kiesik viszont a [REDACTED] távvezeték. A [REDACTED] távvezeték sodronykeresztmetszete a blokk teljesítményének kiszállításához megfelelő.
- Az egyik blokk az [REDACTED] a másik a [REDACTED] távvezetékkel van szembekapcsolva. Az állomás kapcsolásából adódóan az egyik blokk sugarasodásakor kiesik a [REDACTED] távvezeték, a másik sugarasodásakor viszont kialakul és üzemben marad egy [REDACTED] összeköttetés. A kuplungvezeték a [REDACTED] távvezeték felhasználásával jön létre, keresztmetszete a blokk teljesítményének kiszállításához megfelelő.

2.3.3 Zárlatvizsgálat

A zárlatszámítás a zárlati igénybevételt (terhelt hálózat, „aktív” zárlat) majorizáló szubtranzien্স zárlati áramok meghatározásával történt, a földzárlati áramok korlátozására az

Szilágyi F.		2011.12.	530303A 00029 ERA
Név	Aláírás	Dátum	6F121104/0022/O

új blokkok [redacted] kV-os oldali csillagpontjába kötött csillagponti fojtótekercs hatásának felmérésével.

A számítási eredmények (effektív értékek) [redacted] %-os transzformátor drop figyelembevételével az alábbiak:

Szubtransziens zárlati áramok
a blokkméret és a csillagponti fojtó függvényében (kA)

3. táblázat

Blokk	[redacted] MW				[redacted] MW				[redacted] MW			
	Paks-I.		Paks-II.		Paks-I.		Paks-II.		Paks-I.		Paks-II.	
Fojtó	3F	FN	3F	FN	3F	FN	3F	FN	3F	FN	3F	FN
nincs	[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]	[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]	[redacted]	[redacted]

A jelenlegi paksi [redacted] kV-os kapcsolóberendezés zárlati jellemzői:

- SF₆ gázszigetelésű kapcsolóberendezés
 - dinamikus határáram (csúcsérték) [redacted] kA
 - termikus határáram (effektív érték) [redacted] kA, [redacted] s
- Vonali berendezés
 - dinamikus határáram (csúcsérték) [redacted] kA
 - termikus határáram (effektív érték) [redacted] kA, [redacted] s, ill. [redacted] s

A zárlati csúcsáramok meghatározása

A kapcsolóberendezések legnagyobb zárlati igénybevételét az [redacted] MW-os blokkokkal való bővítés okozza. Jelen fejezetben ezért csak ellenőrző számításokat végeztünk a zárlati csúcsáramok meghatározása céljából.

A zárlati csúcsáram [kA]

Blokkméret	[redacted] MW	[redacted] MW	[redacted] MW
• Paks-I.	[redacted] kA	[redacted] kA	[redacted] kA
• Paks-II.	[redacted] kA	[redacted] kA	[redacted] kA

Szilágyi F.		2011.12.	530303A 00029 ERA
Név	Aláírás	Dátum	6F121104/0022/O

Látható, hogy a háromfázisú zárlati áramok kA alatt maradnak, az új blokkok főtranszformátorainak a kV-os oldali csillagpontjába kapcsolt zárlatkorlátozó fojtótekerccsel pedig földzárlet esetén is biztonsággal kA alá korlátozhatók. Ez azt jelenti, hogy a Paks-I. transzformátorállomás kA-es SF₆ gázszigetelésű kapcsolóberendezését nem kell átépíteni, az mind dinamikus, mind termikus zárlati igénybevétel szempontjából megfelel, a kA-es szabadtéri kivitelű készülékeket azonban le kell cserélni.

A Paks-II. transzformátorállomásban létesítendő új kapcsolóberendezést elegendő kA zárlati szilárdságra kiépíteni, de a várható élettartamra való tekintettel megfontolható a kA-es kiépítés is.

Mivel a földzárlati zárlati áram korlátozására a főtranszformátorok csillagpontjába ohm értékű csillagponti fojtótekerccs beépítése szükséges, a főtranszformátor kV-os oldali csillagpontját nem lehet mereven földelt kivitelnek megfelelően kialakítani. A javasolt szigetelési szint feleljen meg a kV-os névleges feszültséghez rendelt ipari frekvenciás, illetve lökö próbafeszültség értékeknek:

- Névleges ipari frekvenciás próbafeszültség Hz, min) kV
- Névleges lökö próbafeszültség μs) kV

A transzformátor specifikációban fel kell hívni az Ajánlattevő figyelmét, hogy gondoskodnia kell a szabadon maradt (be nem kötött) átkötési lehetőségek/fokozatok (szabályozós transzformátor esetén az összes fokozat) megfelelő túlfeszültségvédelméről!

2.3.4 Stabilitásvizsgálat

A tranziens stabilitásvizsgálat során a rendszer stabil üzemének fenntarthatósága a kritikus zárlathárítási idő meghatározásával ítéltető meg. Az Üzemi Szabályzat Hálózatfejlesztési Irányelve minimálisan ms kritikus zárlathárítási idő elérését írja elő a stabil üzem fennmaradásához, mivel ennyi idő alatt a zárlatot a védelem megszakítóberagadás esetén is biztonsággal hárítani tudja. A modern gerjesztésszabályozó rendszerek a paraméterek optimális beszabályozásával többnyire lehetővé teszik a kritikus zárlathárítási idő

Szilágyi F.		2011.12.	530303A 00029 ERA
Név	Aláírás	Dátum	6F121104/0022/O

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok a kisebb teljesítményű bővítésekre	Fejezet	Lap/összes lap 20/24
---	---	---------	-------------------------

A blokkok sugarasodására stabilitásvizsgálat nem készült, az a [REDACTED] MW-os bővítésre vonatkozó vizsgálat eredményei alapján ítéltethető meg.

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

Amint azt a tanulmány 1. kötetében, a [REDACTED] MW-os bővítés elemzésekor ismertettük, a stabilitási helyzet javítható, ha a generátorok felgerjesztésével [REDACTED] kV-ra növelik a paksi alállomás gyűjtősfeszültségét, s további segítség, ha emellett a főtranszformátor áttételét változtatva megnövelik a generátor kapocsfeszültségét is. A probléma az, hogy a transzformátor áttétel-változtatása csak terhelés- és feszültségmentes állapotban hajtható végre, azaz nem alkalmazható a stabilitásvesztés veszélyét magában hordozó üzemállapot kialakulásakor megelőző intézkedésként.

További eredmény várható a zárlathárítási idő csökkentésétől. A tanulmány 1. kötetében ismertettük ennek lehetőségét, illetve feltételeit, amelyek alapján kiadódó [REDACTED] ms közötti biztonsági sávot tekintve az előírt kritikus zárlathárítási idő csökkenthető, [REDACTED] ms-ra állítható.

Mindezek figyelembevételével megállapítható, hogy a blokkok nagy egységteljesítménye miatt biztos megoldást csak a hálózati csatlakozás megerősítése, egy további, Paksról indított távvezeték létesítése nyújthat. A vizsgálatok és a jelenlegi hálózatfejlesztési tervek ismeretében ez célszerűen a [REDACTED] távvezeték átépítésével, „kétrendszerűsítésével” valósítható meg, a blokkteljesítményektől függően [REDACTED] vagy [REDACTED] mm²-es fázisvezető-keresztmetszettel, az utóbbi esetben [REDACTED] °C tartós sodronyhőmérsékletre alkalmas kivitelben.

Szilágyi F.		2011.12.	530303A 00029 ERA
Név	Aláírás	Dátum	6F121104/0022/O

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok a kisebb teljesítményű bővítésekre	Fejezet	Lap/összes lap 21/24
---	---	---------	-------------------------

2 ÖSSZEFOGLALÁS

A Paksi Atomerőmű [REDACTED] MW (nettó) teljesítményű bővítésére vonatkozó hálózatvizsgálat eredményeit e tanulmány 1. kötetében ismertettük. A jelen 2. kötetben a kisebb teljesítményű, [REDACTED] MW-os fejlesztéssel foglalkozunk, azokat a kérdéseket tárgyalva, amelyekben a [REDACTED] MW-os bővítéshez képest érdemi eltérés várható, és csak azokat a vizsgálatokat ismételve meg, amelyekből más következtetések vonhatók le, esetleg eredményükként más megoldás alkalmazható. Ezért a tanulmány két kötete csak együtt értelmezhető.

A számítások az eredeti feladatkiírás értelmében azonos hálózati csatlakozásra készültek.

A kisebb teljesítményű blokkokra vonatkozó vizsgálatok alapján a következő megállapítások tehetők.

- A kétrendszerű, [REDACTED] mm² sodronykeresztmetszetű [REDACTED] távvezeték megépítése az erőműbővítés alapvető és elengedhetetlen feltétele.
- Az állandósult állapot vizsgálata azt mutatja, hogy a hálózatba táplált [REDACTED] MW kiszállítása üzemszerű viszonyok között és egyszeres hiánnyal gyengített hálózati állapotban megfelelő, még a paksi alállomásokhoz kapcsolódó átviteli hálózati elemek hiányával egyidejű [REDACTED] kV-os hálózati üzemzavarok esetén is.

Az atomerőművek esetében az erőmű alállomásához közvetlenül kapcsolódó hálózati elemek kétszeres hiányára vonatkozó számítások egyes üzemzvari esetekben a [REDACTED] és [REDACTED] illetve a [REDACTED] [REDACTED] kV) és [REDACTED] állomások közötti régi, kis keresztmetszetű [REDACTED] kV-os hálózati elemeknek a blokkméret csökkenésével párhuzamosan csökkenő mértékű túlterhelődését mutatták ki, ezek a vezetékek átépítésével vagy időszakos kikapcsolásával megszüntethetők.

Ugyancsak a kétszeres hiányra vonatkozó vizsgálatok azon eseteiben, amelyek az egyik paksi [REDACTED] kV-os transzformátor kiesésével járnak, az üzemben maradt másik transzformátor terhelődése meghaladja a [REDACTED]-ot, de [REDACTED] alatt marad. Tekintetbe véve, hogy az új erőmű tartalékelátása is valószínűleg a meglévő

Szilágyi F.		2011.12.	530303A 00029 ERA
Név	Aláírás	Dátum	6F121104/0022/O

állomásból, [REDACTED] kV-on fog történni, indokolt a harmadik [REDACTED] kV-os transzformátor beépítése.

- Állandósult állapotra sugarasodási vizsgálatok nem készültek, azok az állomás kapcsolásának kialakítása után végezhetők el (a sugarasodási változatokhoz az eredetitől eltérő állomáskapcsolások tartoznak). Előzetesen az alábbi megállapítások tehetők:
 - Az [REDACTED] irányú sugarasodás elfogadható. Mindkét blokk [REDACTED] vezetékkel való szembekapcsolása a kettős sugarasodás kizárása esetén is kockázatos, mivel ehhez a távvezeték mindkét rendszerét az új alállomásba kellene bekötni.
 - A [REDACTED] [REDACTED] irányú sugarasodás feltétele a [REDACTED] (esetleg [REDACTED] közötti kettős összeköttetés („kétrendszerűsítés”) megteremtése [REDACTED] km), ami többletköltséggel jár. A másik lehetőség erre a vonalra stabilitásmentő rendszerautomatika kifejlesztése, ami szakértői vélemény szerint megoldható.
 - A [REDACTED] irányú sugarasodás a [REDACTED] és [REDACTED] MW-os bővítés esetén a mai állapotban megengedhető, feltételeit a [REDACTED] MW-os bővítés esetén vizsgálni kell. Biztos, de költséges megoldás a mintegy [REDACTED] km hosszú távvezeték átépítése nagyobb terhelhetőségre [REDACTED] vagy speciális [REDACTED] mm²-es sodronnyal). Figyelembe veendő lehetőség a sugarasodást megelőző üzemállapotban a termelés [REDACTED] MW-os korlátozása is, ennek feltételrendszerét és következményeit vizsgálni kell.
 - A meglévő Paks-I. [REDACTED] kV-os állomásra (kuplungvezetékkel) történő sugarasodás megfelelő lehet, bár növeli a forráskoncentrációt azonos idejű távvezetékhiány mellett. Ugyanezen okból felveti a harmadik transzformátor beépítésének szükségességét.

[REDACTED]

[REDACTED]

- A jelenlegi [REDACTED] kV-os állomás kiépített zárlati szilárdságát [REDACTED] kA) a háromfázisú zárlati igénybevétel megközelíti, de biztonsággal alatta marad, a földzárlati viszont meg is haladja. Ez utóbbi az új blokkok főtranszformátorainak csillagpontjába kötött [REDACTED] ohmos csillagponti fojtótekerccsel a megfelelő szintre korlátozható (a

Szilágyi F.		2011.12.	530303A 00029 ERA
Név	Aláírás	Dátum	6F121104/0022/O

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok a kisebb teljesítményű bővítésekre	Fojazot	Lap/összes lap 23/24
---	---	---------	-------------------------

csillagpont szigetelési szintjét a csillagpontlazítás okozta feszültségemelkedés figyelembevételével kell meghatározni). A főtranszformátor rövidzárási impedanciája **■**%-ra választható.

A zárlatvizsgálat alapján a meglévő állomás **■**kA-es SF₆ gázszigetelésű kapcsolóberendezése továbbra is megfelelő, de a **■**kA-es szabadtéri vonali berendezést cserélni kell. Az új állomás kapcsolóberendezését elegendő **■**kA zárlati szilárdságra kiépíteni, de a várható élettartamra való tekintettel **■**kA-es kiépítés is megfontolható.

- **■**

■ A generátor kapocsfeszültségének és/vagy a főtranszformátor áttételének változtatásával a stabilitás javítható.

A blokkok sugarasodása az előzőekben mondottak alapján csak az állomás kapcsolásának kialakítása után lesz vizsgálható.

A transzformátor áttétel-változtatásával elérhető feszültségnövelés javító hatása csak abban az esetben alkalmazható, ha a transzformátor terhelés alatti fokozatkapcsolóval (OLTC) rendelkezik.

Vizsgálni kell az előírt kritikus zárlathárítási idő csökkentésének lehetőségét a védelmi eszközök, beállítások változtatásával.

- A blokknak teljes élettartama alatt képesnek kell lennie részt venni a rendszerszintű feszültség-meddőteljesítmény szabályozásban, s ehhez a jelenlegi Üzemi Szabályzat szerint a főtranszformátorok áttételének terhelés alatti szabályozhatóságát (OLTC) elő kell írni.

Összefoglalva az eddigieket, megállapítható, hogy az **■**MW-nál kisebb teljesítményű blokkokkal való erőműbővítés **■**MW-os blokkok esetén bizonyos korlátozásokkal, kisebb blokkméret esetén azok nélkül is megvalósítható **■**

Szilágyi F.		2011.12.	530303A 00029 ERA
Név	Aláírás	Dátum	6F121104/0022/O

	LÉVAI PROJEKT, Új atomerőmű létesítése Hálózatvizsgálatok a kisebb teljesítményű [redacted] bővítésekre	Fejezet	Lap/összes lap 24/24
---	--	---------	--------------------------------

MELLÉKLETEK

1. A Paksi Atomerőmű [redacted] nettó teljesítőképességű reaktorblokkal történő bővítése hálózati csatlakozási feltételeinek vizsgálata (MAVIR RTO, 2011. december)

Szilágyi F.		2011.12.	530303A 00029 ERA
Név	Aláírás	Dátum	6F121104/0022/O