



巴尔干地区区域电力市场发展的经验

能源协调委员会会议

2014年9月 4日-5日

中国，北京

Snežana Mijailović



中亚区域经济合作项目

Elektroenergetski Koordinacioni Centar d.o.o.

电力协调中心有限公司

V. Stepe 412, 11040 Belgrade 33, 塞尔维亚

www.ekc-ltd.com

巴尔干地区**互联**电力系统纵览



Central Asia Regional Economic Cooperation Program

中亚区域经济合作项目



巴尔干地区（东南欧）的电力系统

欧洲的各同步区域



巴尔干地区：欧洲东南部的半岛

通常认为包括现有的9个国家和土耳其的欧洲部分

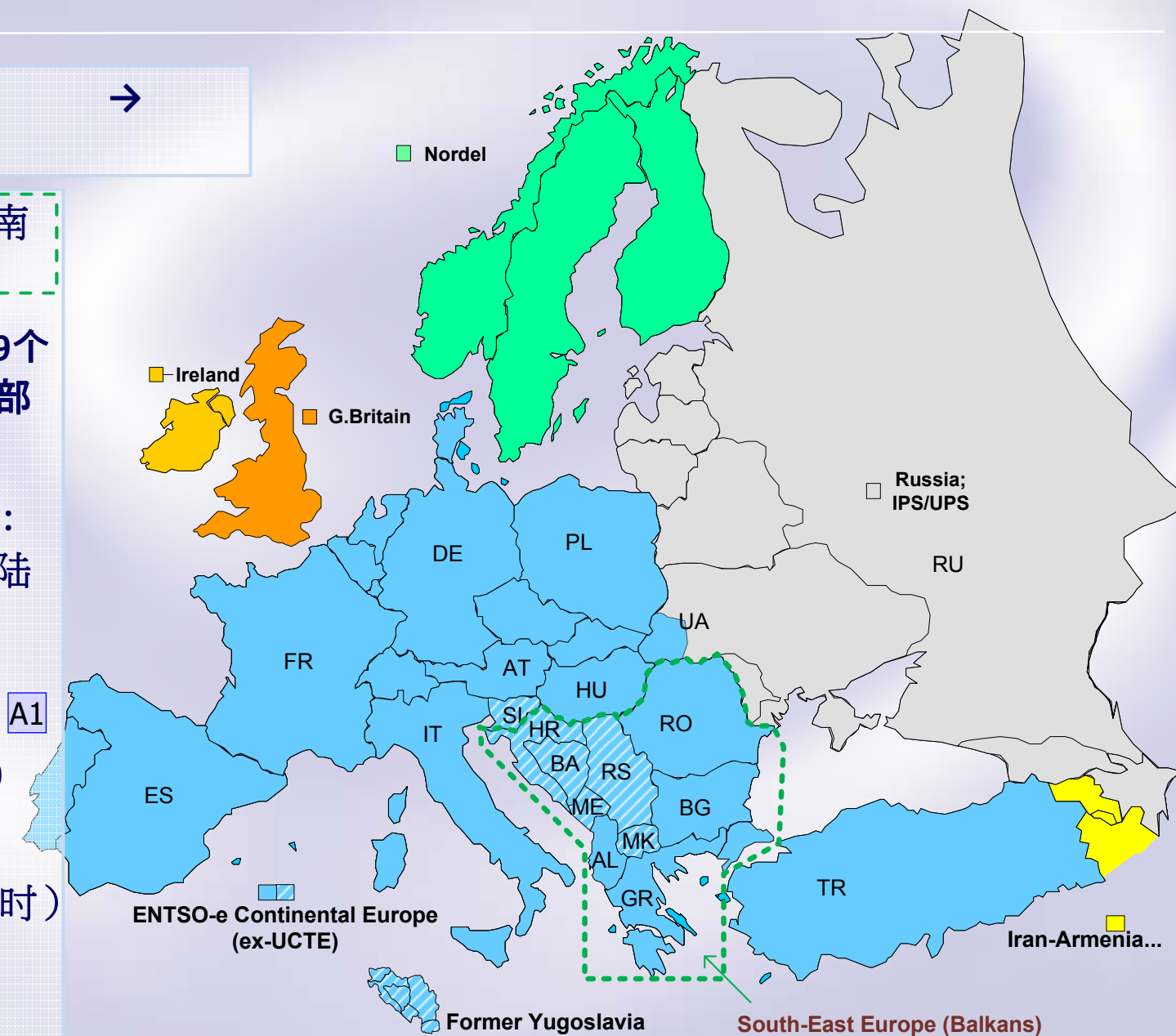
巴尔干各国电力系统：如今已完全与欧洲大陆实现互联

~5千万人口

~30 GW（吉瓦），230 TWh（太瓦时）

人均3500 kWh（千瓦时）

依靠水电，设备老旧



Slide 3

A1

建议这些单位（GW, TWh, MW等）都保留原文，这样更清晰明白。
Author, 8/27/2014



巴尔干地区和前南斯拉夫的电力系统

上个世纪90年代初：在巴尔干地区有南斯拉夫统一电力系统和希腊电力系统与其他西欧国家的电力系统同步运行（欧洲电力传输协调联盟的内部互联）。

从政治观点来看南斯拉夫是由**六个共和国**组成的联邦国家。

六个共和国有各自的电力公司并组成整个南斯拉夫的一个联合电力公司——是一种纵向组织的结构

现状简介：

- 整个巴尔干地区属于欧洲大陆的一个同步区域
- 六个南斯拉夫的加盟共和国现在都是独立国家

（斯洛文尼亚-SI、克罗地亚-HR、波黑-BA、塞尔维亚-RS、黑山-ME、马其顿-MK），塞尔维亚南部省份科索沃的地位未决





90's

上世纪90年代期间：剧变和各种政治及经济挑战。

从以前的社会主义体制向资本主义体制转变
国家解体

战争：在克罗地亚：1991-1995

在波黑：1992-1995

在科索沃以及塞尔维亚-北约战争：1999



- 解体、遭到破坏的设施、电力系统运行受到各种干扰
- 欧洲电力传输协调联盟第一和第二同步区域暂时性分开的形成（1991-2004）
 - 塞尔维亚、黑山、马其顿、波黑的部分地区、希腊、阿尔巴尼亚
 - 罗马尼亚（1994）和保加利亚（1996）的加入
- 负面影响：
 - 不正常的运行条件（曾发生严重的停电问题）
 - 经常出现电力不平衡和干扰（频率偏差巨大、deviations^{A2}）
 - 基础设施被毁以及发展投资的严重缺乏
 - 由于政治动荡，缺少连贯一致的能源战略

Slide 5

A2

不知道这里的"deviations"指的是什么"deviation"

Author, 8/27/2014



区域电力市场

多数巴尔干国家不是欧盟成员国，然而
都有加入欧盟的议程

- 在此期间保加利亚、罗马尼亚和克罗地亚已加入了欧盟
- 塞尔维亚、黑山、波黑、马其顿、阿尔巴尼亚是候选国



欧盟制定了与欧盟保持一致的一个并行的区域电力市场（REM）进程并建立了相关的区域机构——能源共同体

承诺遵守的REM进程要求：

- 改善运行状况、恢复现有的电厂和网络设备
- 即使部分国家已经处于进程的后期，所有国家仍都要进行改革
- 为落实区域职能进行合作并协调内部市场解决方案的入手方式
- 实行拆分（将发电和配电与输电分开）；
 - 实行独立传输系统运营商（TSO）制度；
- 必要的法律框架和落实计划的协调。

电力系统的特点

- 当前 -



Central Asia Regional Economic Cooperation Program

中亚区域经济合作项目



区域市场的前提条件

- 过去二十年中的发展（1）

电力部门：每个国家在拆分的不同层面上都进行了重组

- 在所有国家都建立了独立的TSO
- 在部分国家发电和配电的拆分已经完成（罗马尼亚、保加利亚、马其顿、阿尔巴尼亚、希腊）
- 电力部门私有化的不同层面——在部分国家配电或发电公司已私有化（罗马尼亚、保加利亚、马其顿、阿尔巴尼亚、希腊）

运行条件的改善：

- 各网络与新式监控系统（SCADA）间的通讯连接（OPGW）
 - 各TSO调度中心的运行数据交换
 - 串联的高速保护继电器
- 所有串联设备都带有计量装置
- 电度表读数实时传输到调度中心
- 电力系统运行有通用的调度方法
- 网络运营商常常运用软件来计算输电能力和在互联的网络间进行电力分配



过去二十年中的发展（2）

- 现有电厂和煤矿的恢复与现代化增加了它们提高产量的可能性
- 除了在罗马尼亚、保加利亚，以及在一定程度上包括希腊，其他国家没有新建有很大装机容量的电厂
- **2003年和2004年保加利亚不得不关闭科兹洛杜伊（Kozloduy）核电站的四个反应堆（关闭的装机容量为1800兆瓦）**



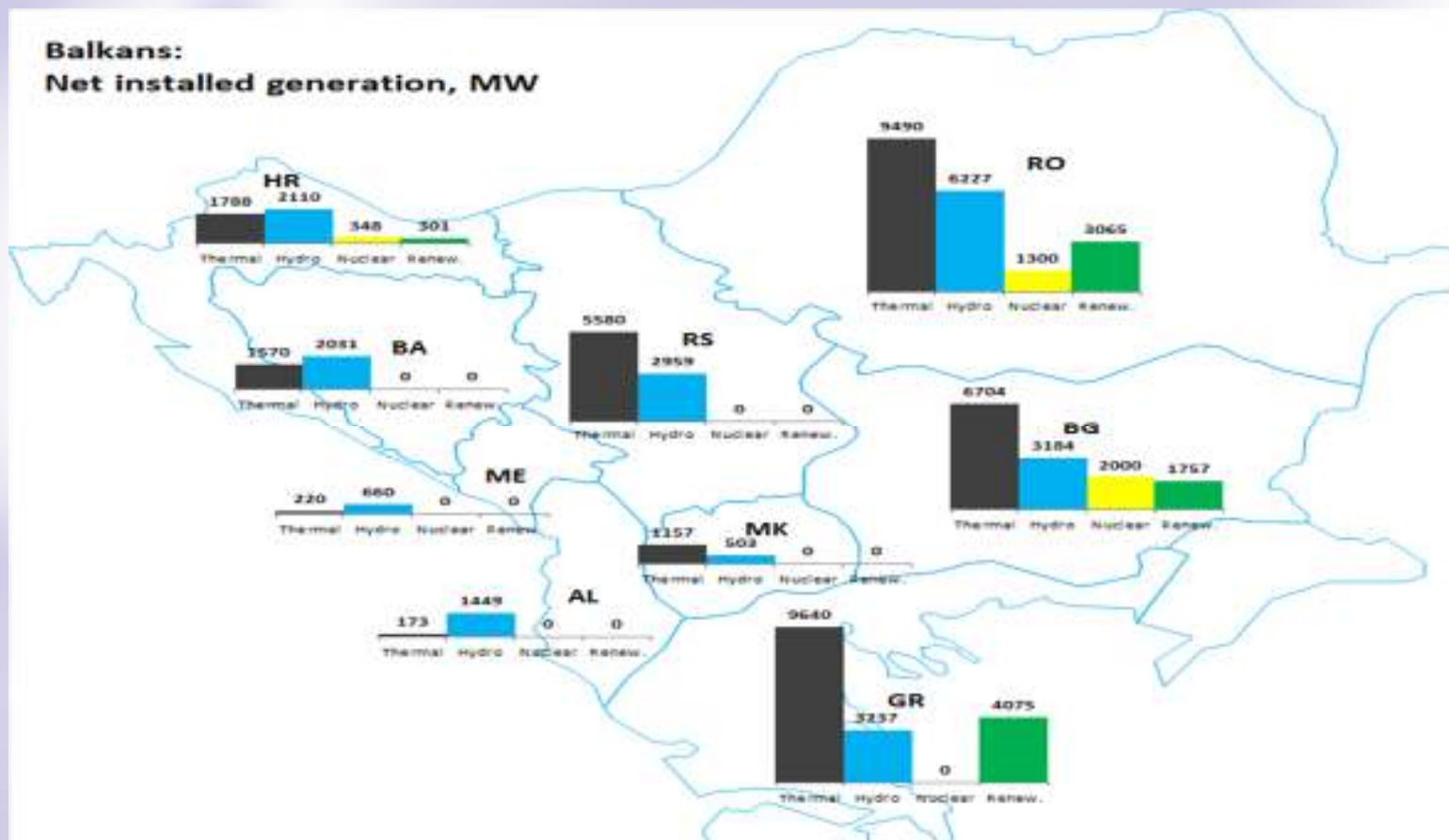
- 该地区新建了许多内部的互联线路以提高安全性
- **2008年的全球危机**导致几乎所有国家的总体负荷出现下降（大约下降了**2%**）
- **就该地区部分国家（特别是阿尔巴尼亚，但也有其他国家）的非技术性下降各国都在采取行动**
- 总体上电力交易的双边市场（**OTC**）是主要的交易工具，只有罗马尼亚有电力交易所（进行日前电力交易的证券市场）



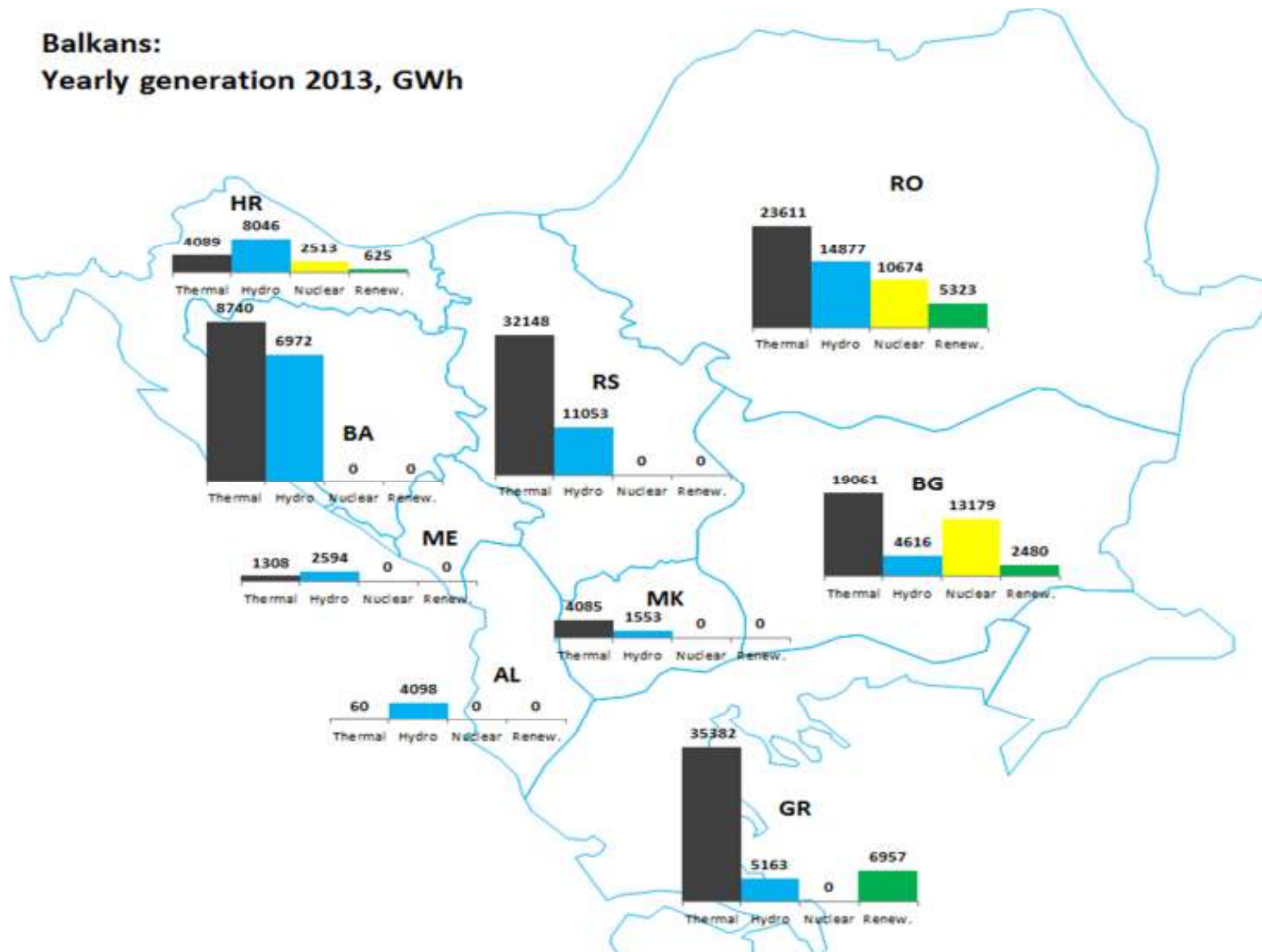
基本数据；净装机容量

	AL	BA	BG	GR	HR	ME	MK	RO	RS
	Albania	Bosnia-H.	Bulgaria	Greece	Croatia	Montenegro	Macedonia	Romania	Serbia
Population, mil.	3.161	3.766	7.510	11.321	4.450	0.620	2.047	21.425	9.116
GDP/capita, EUR	2,854	3,461	5,084	21,661	10,799	4,997	3,475	5,937	4,081
Consumption, GWh	7,272	12,016	32,210	49,568	17,065	4,505	8,049	52,303	39,444
Cons/capita, GWh/mil.	2,301	3,191	4,289	4,378	3,835	7,266	3,932	2,441	4,327

Balkans:
Net installed generation, MW

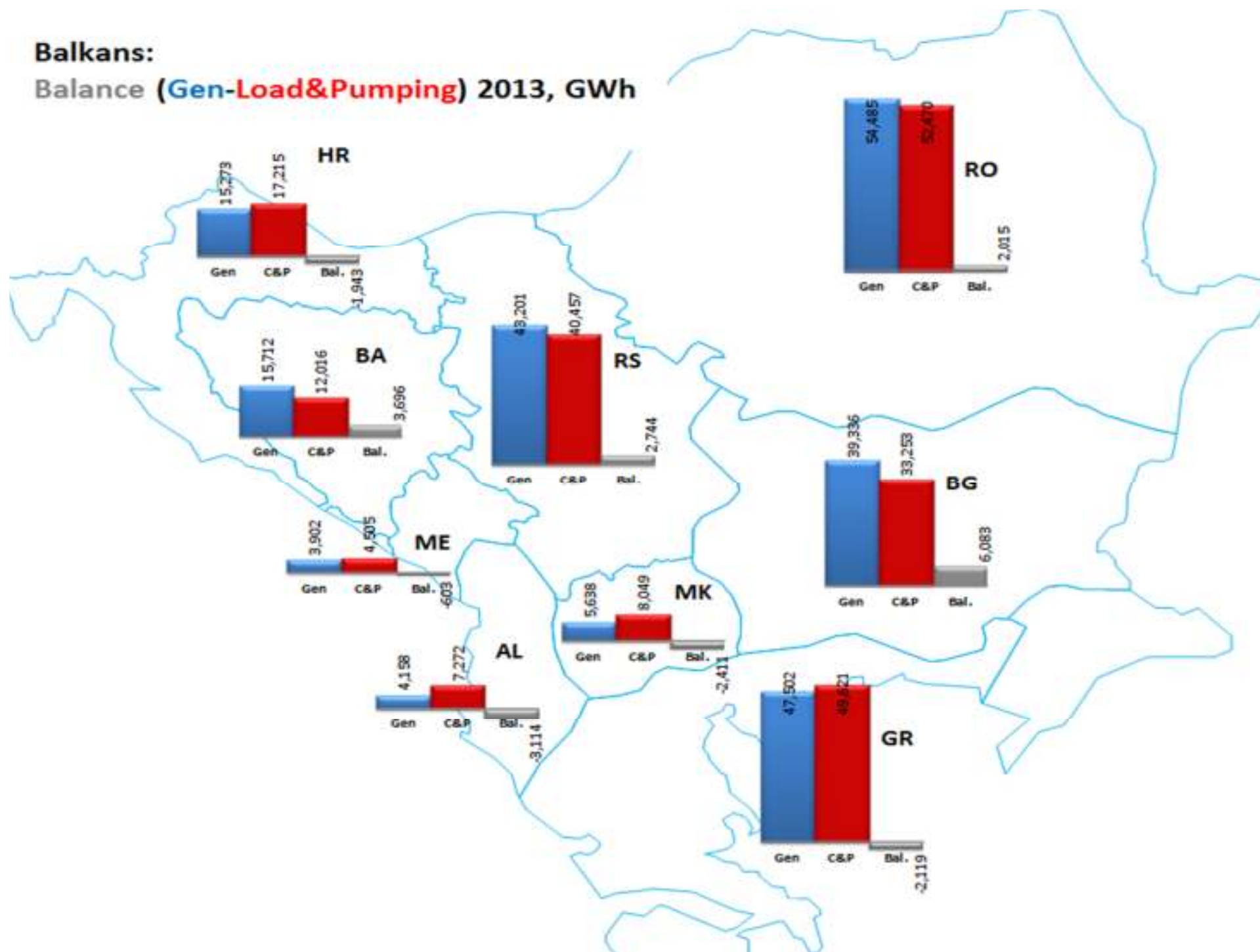


Balkans: Yearly generation 2013, GWh



Balkans:

Balance (Gen-Load&Pumping) 2013, GWh



Slide 12

A3

不知道此处Load & Pumping指什么，也不知道图中的C&P指什么，请给答案。

Author, 8/27/2014

系统运行、市场和规划



国家层面的规定与程序

关于运行、市场和规划的规定均以国家的电网和市场准则为依据：

- 实时管理电力系统
- 提供辅助服务：
 - 初级、二级和三级控制以及电压控制
 - 对控制区域内无意偏差的补偿
- 电力系统防御计划的编制：
 - 低频保护计划和减载计划
 - 电力系统恢复计划
- 电力系统运行规划：
 - 年度运行计划和日计划
- 电力系统控制：
 - 正常情况下的控制（低频^{A4}电压控制、运行监测、数据收集）
 - 受干扰情况下的控制（去干扰、减载、系统恢复）
- 保护系统的运行：
 - 预设、替代和维护
 - 实时作用
 - 过载保护设置计划
- 沟通和报告

Slide 14

A4

LF此处是否指low frequency？请确认
Author, 8/28/2014



区域层面的合作

- **三级数据交换：**
 - 在线监控和远距离测量信息交换
 - 系统网络模拟模型：
 - 提前一天——以检查网络安全性
 - 规划模型（提前一个月或1-5-10 年）
- **国家调度中心的协调：**
 - 合规监督和执行（互相走访和检查TSO的绩效）
 - 观察和提高系统绩效与活力
 - 计划外停电
- **跨境交换的调度**
- **维护协调：**
 - 区域断开计划
 - 发电和网络维护计划
- **区域传输网络规划**
- **保护关键系统**
- **开发和维护电子高速公路（高速通信连接）**
- **促进和加强协调系统的运行与服务**



组织电力交换

交易

- 提前一年/月
- 提前一日, 当日
- 涉及容量分配
- 双边或通过电力交易所 (PX)

在国家层面：
市场运营商组织交易
市场运营商可以是TSO
或独立存在的公司（也
可以是电力交易所）

在区域层面：
在存在市场耦合（形成
中）的地方电力交易所
联手组织交易

调度

- 调度是提前一日或当日
组织的
- 将商业调度计划交给TSO
进行具体落实

在国家层面：
国家的TSO 负责调度

在区域层面：
控制区块和负责整个
欧洲大陆的两个协调
中心（瑞士和德国）

实时

- TSO管理实时运行
- 电力和频率控制
- 系统安全性

在国家层面：
国家的TSO负责实时运
行

在区域层面：
整个欧洲大陆有三个
安全中心（布鲁塞尔、
慕尼黑、贝尔格莱德
（建设中））

结算

- 结算是事后程序，用
以确定失衡、传输成
本等 ...

在国家层面：
国家的TSO负责结
算

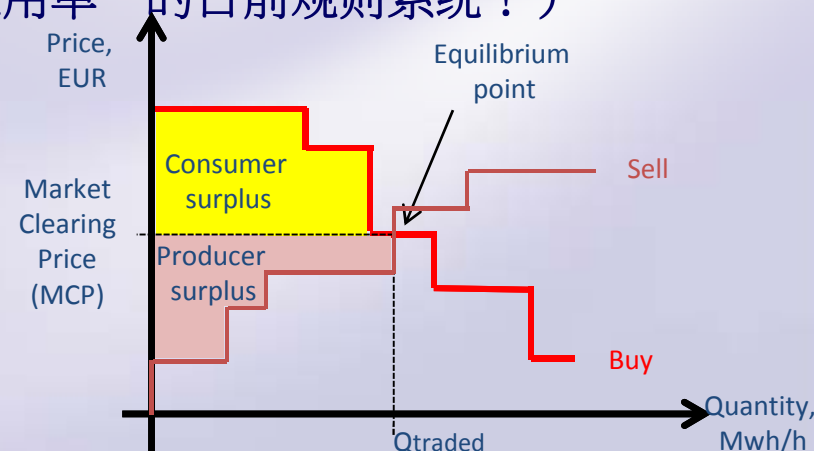
在区域层面：
失衡：欧洲有两个
中心（瑞士和德国）
传输：ENTSOE协
会



电力交易

交易

- 在巴尔干地区，电力交易仍主要通过双边市场（**OTC**）组织
 - 在国家层面，市场运营商（**MO**）负责组织交易
 - 市场运营商：独立的公司，或隶属于TSO
 - 时间跨度：远期（年、月）、日前（提前一日）、当日
 - 跨境容量分配：
 - 在远期市场上与电力交易明确地分开（提前的程序）
 - 在日前市场上可以与电力交易分开或联合（隐性地）
- 日前市场耦合：
 - 通过电力交易所交易电力和容量
 - 最先进的电力交易方式
 - 整个欧洲的共同目标（整个欧洲大陆采用单一的日前规则系统！）
 - 巴尔干地区处于启动阶段

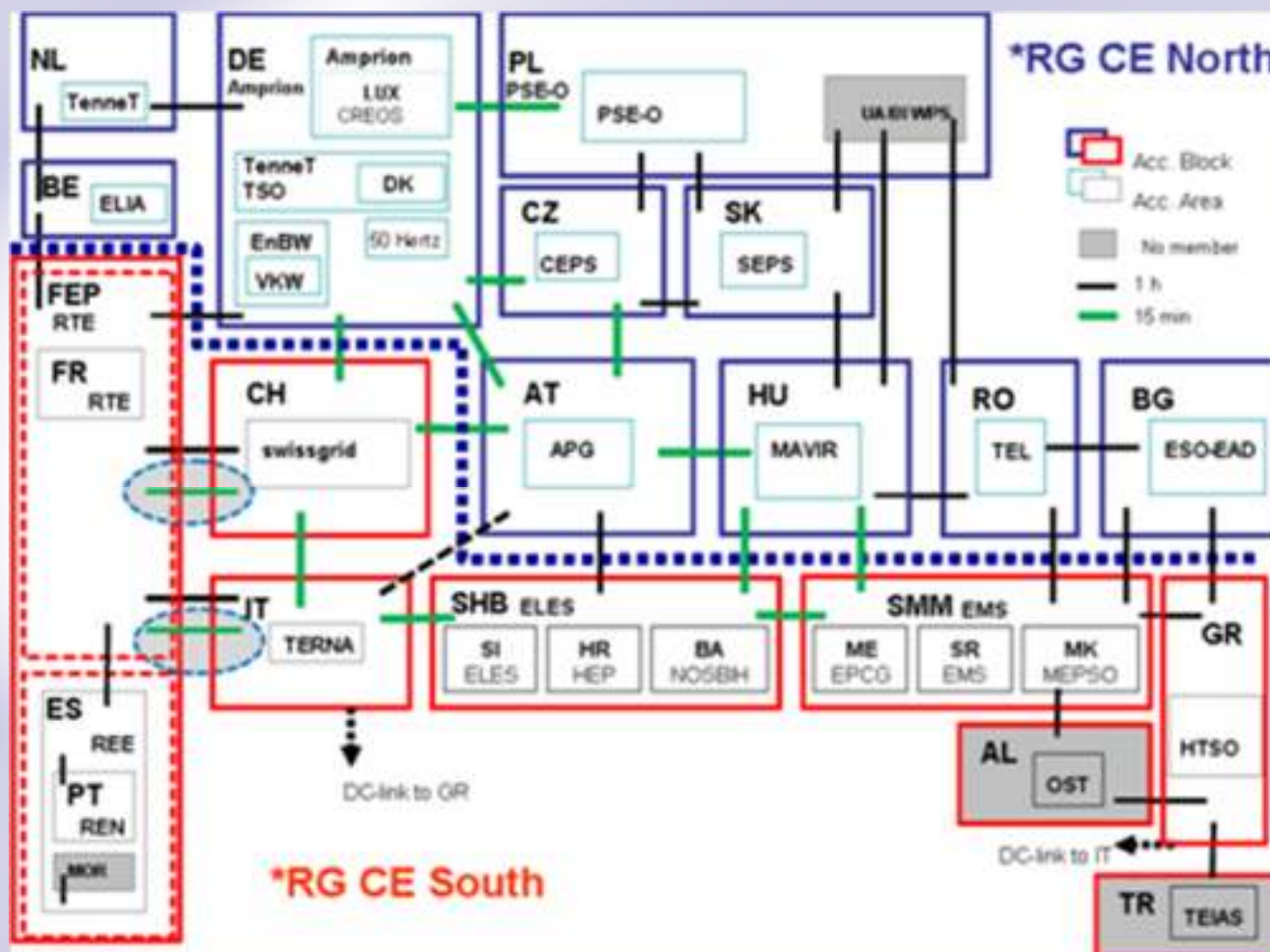




电力调度

调度

- 市场运营商将调度计划交给TSO
- TSO通过在瑞士和德国的两个中心在欧洲范围内进行协调





调度、实施和结算：实例

调度
实时
结算

At D-1:

Scheduled individual transactions of various players, per borders, for each hour. Process before this is capacity allocation, where all market players obtained the transmission capacity.



At D-1: Summarized individual transactions per borders

Import = 70 MW

This is also the TSO's balancing target, and setup of secondary controller.



At day D, hour H: No deviation of total balance.

Physical flows at tie-lines differ from the contractual ones, but

Import = 70 MW



At day D, hour H: **DEVIATION OF TOTAL BALANCE, BY THE INADVERTNET POWER FLOWS.**

In case that sum is not equal to 70 MW import: deviation.

Import (real) = 74 MW



- 国家总平衡的偏差被计入并在下一周被补偿
 - 非故意偏差的补偿计划
 - 偏差责任方负责支付失衡的代价
- 通过其他系统的传输：在整个欧洲范围进行计算和补偿
 - 有共同基金的TSO间补偿机制（ITC）
- 电力环流（实际流动与合同安排不同）通常是有影响的
 - 可以忍受，只要不牺牲系统安全
 - 解决办法：基于流动的容量分配或控制电力流动（相位调整器）



与邻国的双边协议综述

- 为确保系统服务相互提供紧急能源供应的协议
- **运行**协议（以运行手册为来源）
- **独立的**结算和调度协议
- 联合容量分配规则与协议

区域组织、协作和工作组

- 针对运行、规划和市场的区域工作组 – **技术**和组织规则以及数据交换的完善
- **CAO** – 针对整个地区的联合传输容量分配办公室 – **目前包括部分巴尔干国家的**办公室已经设立
- **美国国际开发总署（USAID）**领导的**SECI倡议** – **区域**长期传输规划模型“输电网”建设项目

规划的/发展中的

- 联合/**区域平衡市场**
- 电力交易所以及它们的区域整合（市场耦合）
- **区域安全**协调中心





比较：巴尔干和中亚



	巴尔干	中亚
网络	高度网状、充分连接	主要为辐射状连接
同步性	与欧洲大陆同步区域连接紧密 扩展至保加利亚、罗马尼亚、土耳其	与俄罗斯的IPS/UPS有薄弱的连接 与塔吉克斯坦和土库曼斯坦没有连接（土库曼斯坦与伊朗相连）
区域协调	主要以轮流为基础或由欧盟协调 区域安全协调正在形成中	区域协调中心
电力质量	在地区重新连接后有所提高 有关平衡的纪律、发生偏差时的处罚 减载是最后手段	正在提高过程中 缺乏能源 计划外的“进口” 经常进行减载
系统安全性	满足n-1标准要求 精确的遥测设备 兼容的保护系统 维护协调	在相同情况下网络过载 遥测设备不精确 保护系统不真正兼容



比较：巴尔干和中亚



	巴尔干	中亚
拆分	传输是独立的（ TSO ） 发电、配电部分实现私有化	纵向一体化（例如： TJ 和 UZ ） 和拆分的（例如： KZ 和 KG ）
市场	各国的水电-火电构成不同 双边合同主要以经济代价为依据 针对电力转运造成的传输成本采用 统一的测算方法 电力交易所在形成中	各国的水电-火电构成不同 年度双边合同 对传输成本缺少测算方法

感谢您的关注
www.ekc-ltd.com



备注信息



低频保护

51.0 - 52.0 Hz 发电机自动断开

$f > 50.2$ Hz 警告信号“高频”和调度措施

50.2 Hz 一次调频备用启动

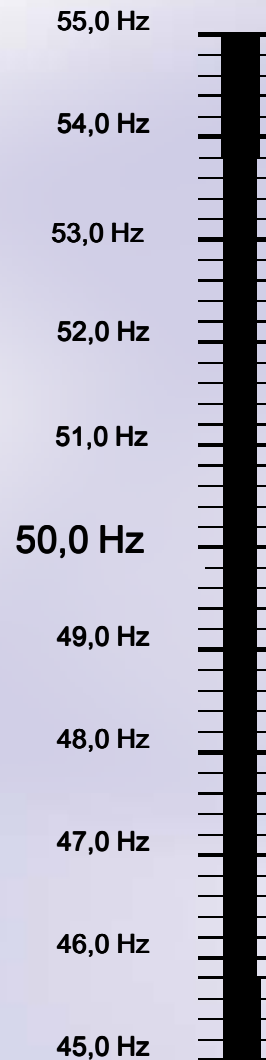
49.8 Hz 一次调频备用启动

$f < 49.8$ Hz 警告信号“低频”和调度措施

49.5 Hz 1. 关闭RHPPBajina Basta的第一个泵电动机/发电机组

49.4 Hz 2. 关闭RHPP Bajina Basta的第二个泵电动机/发电机组

48.0 – 47.5 Hz 发电机自动断开并转换至自耗（10.0 s）



频率计划EMS

正常系统运行

49.0 Hz 1. 自动减载大约总用电量的10%

48.8 Hz 2. 自动减载大约总用电量的15%

48.4 Hz 3. 自动减载大约总用电量的15%

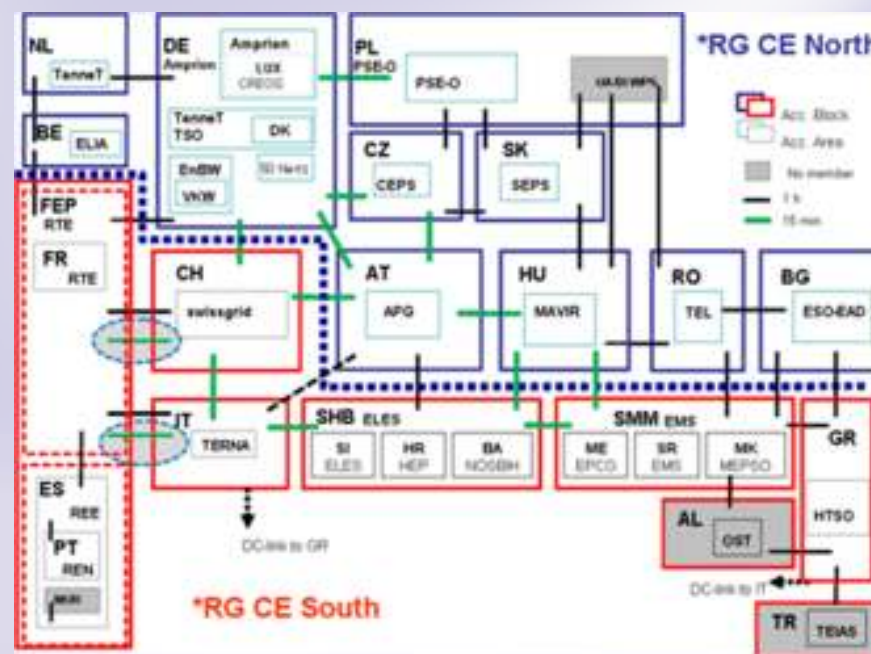
48.0 Hz 4. 自动减载大约总用电量的15%

电力交换的调度 – 控制区块/区域

- 巴尔干地区有七个控制区块：
 - SHB – 由斯洛文尼亚、克罗地亚、波黑组成
 - SMM – 由塞尔维亚、黑山、马其顿组成
 - 阿尔巴尼亚
 - 希腊
 - 罗马尼亚
 - 保加利亚
 - 土耳其

区块运营商的作用通常可以分为以下3个基本类别：

- 交换项目；
- 二级频率调节以及电力交换的组织 and 监督；
- 电力结算

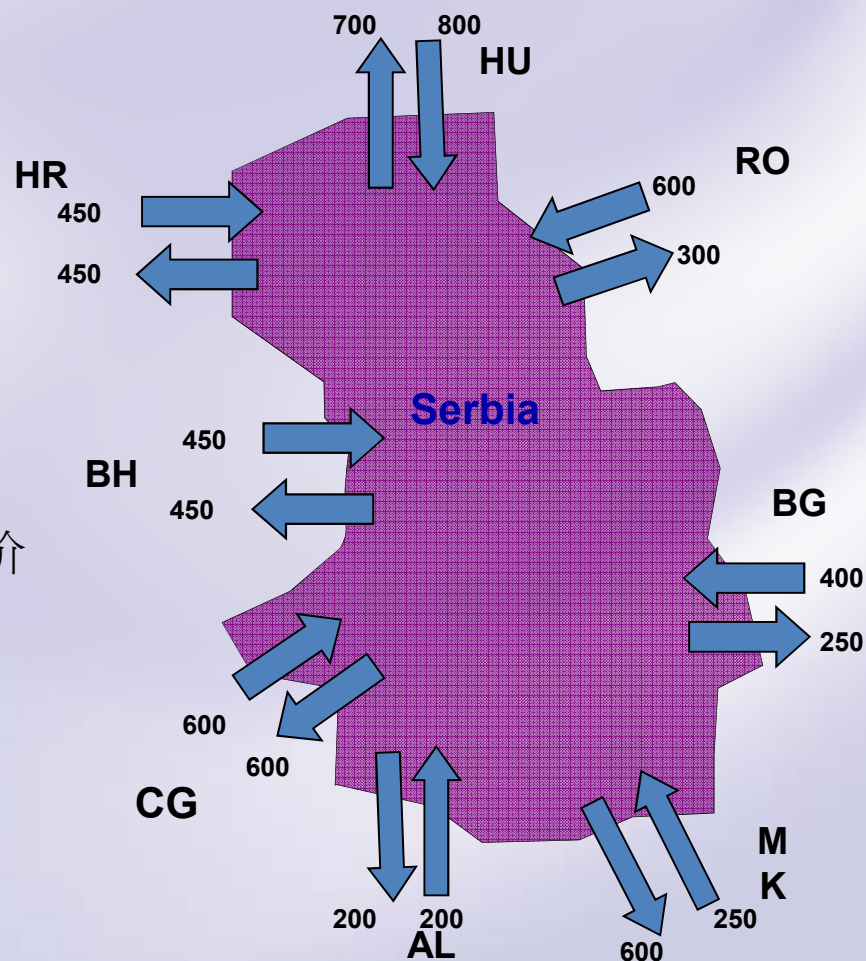


NTC计算 – 以塞尔维亚网络为例

- NTC计算 – 对两个相邻系统的最大电力交换的计算
- 基本案例交换
- 模型交换
- 每个TSO的绩效计算
- 协调化过程
- 在市场上产生了效果

拍卖

- 针对每个边界和方向
- 每年、每月和每周进行的拍卖
- 无拥塞 – 无付款
- 按报价结算系统（替代系统为边际价格系统）
- 输电权
- 调度





前南斯拉夫电力部门的组织结构



六个共和国有各自的电力公司并整个南斯拉夫有一个联合电力公司 - 纵向的组织结构：传输、发电、配电

各共和国电力公司的职责：

- 共和国电力系统的监控、运行和调度
- 维护电力网络 - 电力频率控制（初级、二级、三级控制），电压控制、保护等
- 规划它们的400、220和110千伏网络，与其他共和国进行协调
- 每个共和国有一个调度中心

南斯拉夫联合电力公司的职责：

- 协调各共和国电力系统及其调度中心的实时运行
- 协调与相邻国家的电力交换
- 对各共和国间的交换和偏差进行记录和结算
- 协调各共和国电力系统规划工作
- 制定共同规则和程序
- 运行南斯拉夫联合调度中心



前南电力部门的基本情况

1990年时：

装机容量为20,6 GW（火电占59%，水电占41%）；

高峰负荷12,8 MW；

年用电量87,5 GWh

最大发电机组：600 MW（TPP Nikola Tesla）



- 各共和国遵守南斯拉夫运行和规划规则（与欧洲的规则一致）
- 一些共和国在其他共和国拥有发电机组
- 按计划南斯拉夫系统能在最大的发电机组出现故障的情况下发挥调节作用
- HPP Bajina Basta抽水蓄能水电站（2*300 MW）；是为统一的南斯拉夫系统设计的
- 网络：联合设计，符合通用的传输规划和安全标准
- 每个共和国的电力系统负责自身的平衡和调节，而南斯拉夫联合电力公司的一项职责是进行与邻国系统间的电力进口和出口
- 经常发生一国用户获得的电力是由经过其他共和国（岛屿/辐射状运行）的网络供应的情况



第二UCTE同步区域

第二UCTE区域（1992-2004存在）在非常条件下运作。影响：

负面的：

- 不正常的运行调节（曾发生严重的停电问题）
- 经常出现电力失衡和受到干扰（频率偏差巨大，偏差）
- 基础设施被毁
- 严重缺乏对发展的投资
- 人力资源变动很大
- 由于政治动荡缺少连贯一致的能源战略

正面的：

- 证明了系统和材料的耐用坚固和能力，可以在恶劣条件下运行
- 完整的极端条件下的运行经验
- 有关电力系统防卫和恢复程序与措施的大量经验
- 为新一代年轻的“思想开放”的专家提供了机会
- 密切合作：通用的规则，联合协调中心

2004年10月10日第二区域（重新）与欧洲主电网连接





巴尔干地区现状：国家/系统的特点

	AL	BA	BG	GR	HR	ME	MK	RO	RS
	Albania	Bosnia-H.	Bulgaria	Greece	Croatia	Montenegro	Macedonia	Romania	Serbia
Population, mil.	3.161	3.766	7.510	11.321	4.450	0.620	2.047	21.425	2.047
GDP/capita, EUR	2,854	3,461	5,084	21,661	10,799	4,997	3,475	5,937	4,081
Consumption, GWh	7,272	12,016	32,210	49,568	17,065	4,505	8,049	52,303	39,444
Cons/capita, GWh/mil.	2,301	3,191	4,289	4,378	3,835	7,266	3,932	2,441	19,269

- 除希腊外该地区所有国家在冬季出现高峰负荷
- 一些国家的总发电量中水电占很大比重（阿尔巴尼亚是99%，黑山是66%）
- 燃气发电占很大比例的只有罗马尼亚
- 增加可再生能源发电量：所有国家对风力和太阳能发电实行上网电价补贴。可再生能源项目（RES）越来越多，特别是在加入欧盟的巴尔干国家（GR, RO, BG, HR）
- 2013年，发电构成比例为：火电52%、水电26%、核电14%、可再生能源发电8%
- 有可能出口能源的国家有：罗马尼亚、保加利亚、波黑，以及塞尔维亚（在夏季）。其他所有国家都会在一年的某个时候进口能源
- 年度最大逆差出现在阿尔巴尼亚（40-50%）和马其顿（30%）