Планирање на развој на преносни капацитети

Проблематика: Определување на оптимална конфигурација и параметри на преносната мрежа која ќе обезбеди економично, доверливо и квалитетно снабдување со електрична енергија.

Причини за проширување на преносни капацитети:

- Обезбедување на пласман на производството или снабдување на нов голем потрошувач за кои постоечката мрежа е неадекватна.
- Транзит на електрична енергија и поврзување со соседни системи.
- Неприфатливо лоши напонски прилики во постоечката мрежа.
- Нивото на струите на куса врска над дозволени вредности за кои е конструирана вградената опрема.
- Ситуации кога постоечката мрежа не може да обезбеди потребно ниво на доверливост и квалитет во експлоатацијата.
- Замена на амортизирана опрема која треба да ги задоволи зголемените потреби до крајот на својот работен век.

Планирање на преносни водови

Проблематика:

- Избор на напонско ниво;
- Избор на траса;
- Избор на материјал, напречен пресек на проводник и тип на вод;
- Избор на тип и проектирање на столбовите на воздушни водови.

Инвестициони трошоци :

- Трошоци за проектирање, откуп на земјиште, монтажа, надзор;
- Трошоци за столбови, изолатори, темели, заземјување;
- Трошоци за проводници и прибор за монтажа

$$C_I^{'} = A + B \cdot U_n + C \cdot q$$

$$C_I^g = c_I^g \cdot C_I^{'}$$

C'_I - специфични инвестициони трошоци (п.е./km);

A (п.е./km) ; **B** (п.е./ V·km) ; **C** (п.е./mm^2·km) - константи;

U_n - номинален напон (V);

q - напречен пресек (mm^2);

c^g_I - ануитетен фактор (%/год.);

C^g_I - годишни инвестициони трошоци (п.е./km·год.)

Експлоатациони трошоци :

- Постојани трошоци за работа и одржување;
- Трошоци заради загуби во преносот (Џулови загуби и загуби заради корона или диелектрични загуби);

$$C_E^g = c_E^g \cdot C_I^{'} \sum_{k=1}^{n} \frac{1}{(1+i)^k}$$

$$C_J^g = c_J^g \sum_{k=1}^{n} \frac{1}{(1+i)^k} = j_\Delta \frac{I_M^2}{q}$$

$$j_\Delta = 3\rho \cdot \tau^g \cdot c_w \cdot (PWF) \cdot 10^{-3} \qquad [(\text{п.е} \cdot mm^2)/(A^2(km \cdot \text{год.})]$$

C^g_E - годишни актуализирани експлоатациони трошоци (п.е./km·год.);

C^g_J - годишни актуализирани трошоци на Џулови загуби (п.е./km·год.);

i - стапка на актуализација (r.e.)

ρ - специфичен отпор на фазен проводник ($\Omega \cdot mm^2/km$)

τ^g - времетраење на загуби при максимално оптоварување (h/год.)

c_w - просечна годишна цена на загубена енергија (п.е./kWh);

PWF - фактор на сведување на годишни трошоци на сегашна вредност

$$C_V^g = C_I^g + C_E^g + C_J^g = A + B \cdot U_n + C \cdot q + j_\Delta \frac{I_M^2}{q}$$

C^g_V - вкупни годишни актуализирани трошоци (п.е./km·год.);

Оптимизација на пренос помеѓу две точки

Проблематика: Одредување на оптимални вредности на: напречен пресек на проводник, напонско ниво, моќност и број на трансформатори.

$$L = C_V^g + \lambda(P_n - \sqrt{3}U_n I_n) = A + B \cdot U_n + C \cdot q + j_\Delta \frac{I_n^2}{q} + \lambda(P_n - \sqrt{3}U_n I_n)$$

$$\frac{\partial L}{\partial U_n} = 0 \quad \Rightarrow \quad B = \lambda\sqrt{3} \cdot I_{n,o}$$

$$\frac{\partial L}{\partial q} = 0 \quad \Rightarrow \quad C = j_\Delta \frac{I_{n,o}^2}{q_o^2}$$

$$\frac{\partial L}{\partial I_n} = 0 \quad \Rightarrow \quad \lambda\sqrt{3} \cdot U_{n,o} = 2 j_\Delta \frac{I_{n,o}}{q_o}$$

$U_{n,0}$, $I_{n,0}$, q_0 - оптимални врености на напон, струја и пресек

- **Оптимален напречен пресек:**

$$q_o = \sqrt{\frac{j_\Delta}{C}} \cdot I_{n,o}$$

Келвиново правило: При оптимален пресек на проводникот се изедначуваат годишните трошоци сразмерни со напречниот пресек ($C \cdot q_o$) и трошоците заради загуби при преносот на електрична енергија.

$$J_o = \frac{I_{n,o}}{q_o} = \sqrt{\frac{C}{j_\Delta}}$$

J_o - оптимална густина на струјата (A/mm^2)

0,6 A/mm^2 - за воздушни водови;

1,0 A/mm^2 - за кабелски водови;

- **Оптимален преносен напон:**

$$U_{n,o} = \left(\frac{C \cdot j_{\Delta}}{3}\right)^{\frac{1}{4}} \left(\frac{2P_n}{B}\right)^{\frac{1}{2}}$$

$U_{n,o}$ - оптимален преносен напон (V)

$$P_o = \left(\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{B}{\sqrt{C \cdot j_{\Delta}}}\right) U_n^2$$

P_o - оптимална економска преносна моќност (W)

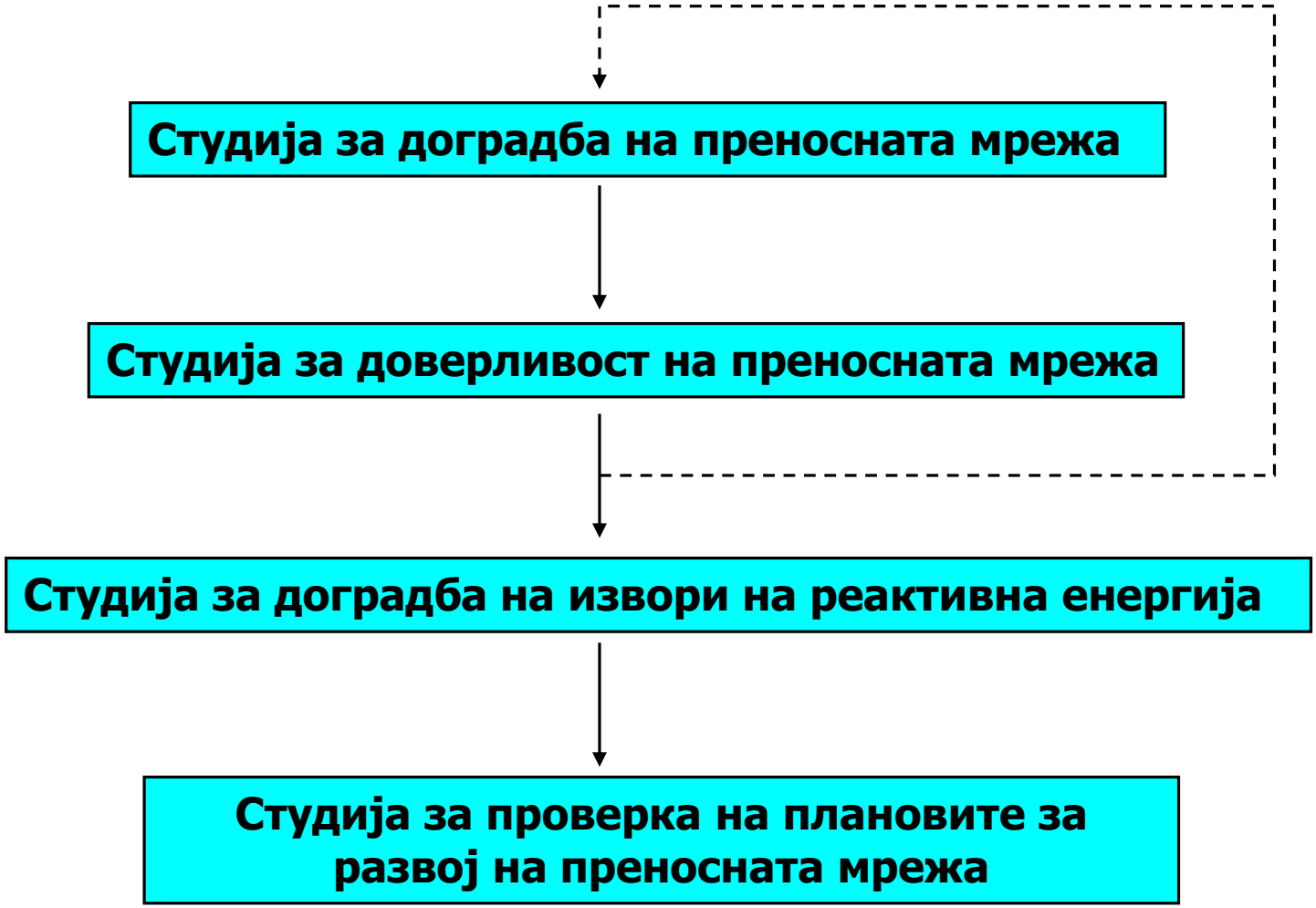
$$I_{n,o} = \frac{B}{2\sqrt{C \cdot j_{\Delta}}} U_{n,o}$$

$$q_o = \frac{B}{2C} U_{n,o} \approx 1,3 U_{n,o} \qquad (mm^2)$$

Планирање на трансформаторски станици

Проблематика:

- Избор на тип на постројка (внатрешна или надворешна монтажа);
- Избор на напонско ниво;
- Избор на локација со оглед на расположлив простор, урбанистички барања, расплет на водови и др.
- Композиција на систем на собирници и еднополна шема.



Основни студии во процесот на планирање на преносната мрежа

Класификација на моделите за планирање на преносни капацитети

Критериум	Модел
Период на планирање	1. Статички модели 2. Динамички модели
Присуство на планерот	1. Автоматизирани модели 2. Интерактивни модели
Метод на решавање	1. Симулациони модели 2. Оптимизациони модели

Алгоритам за планирање на доградба на преносна мрежа со примена на логика на планирање за хоризонт - година

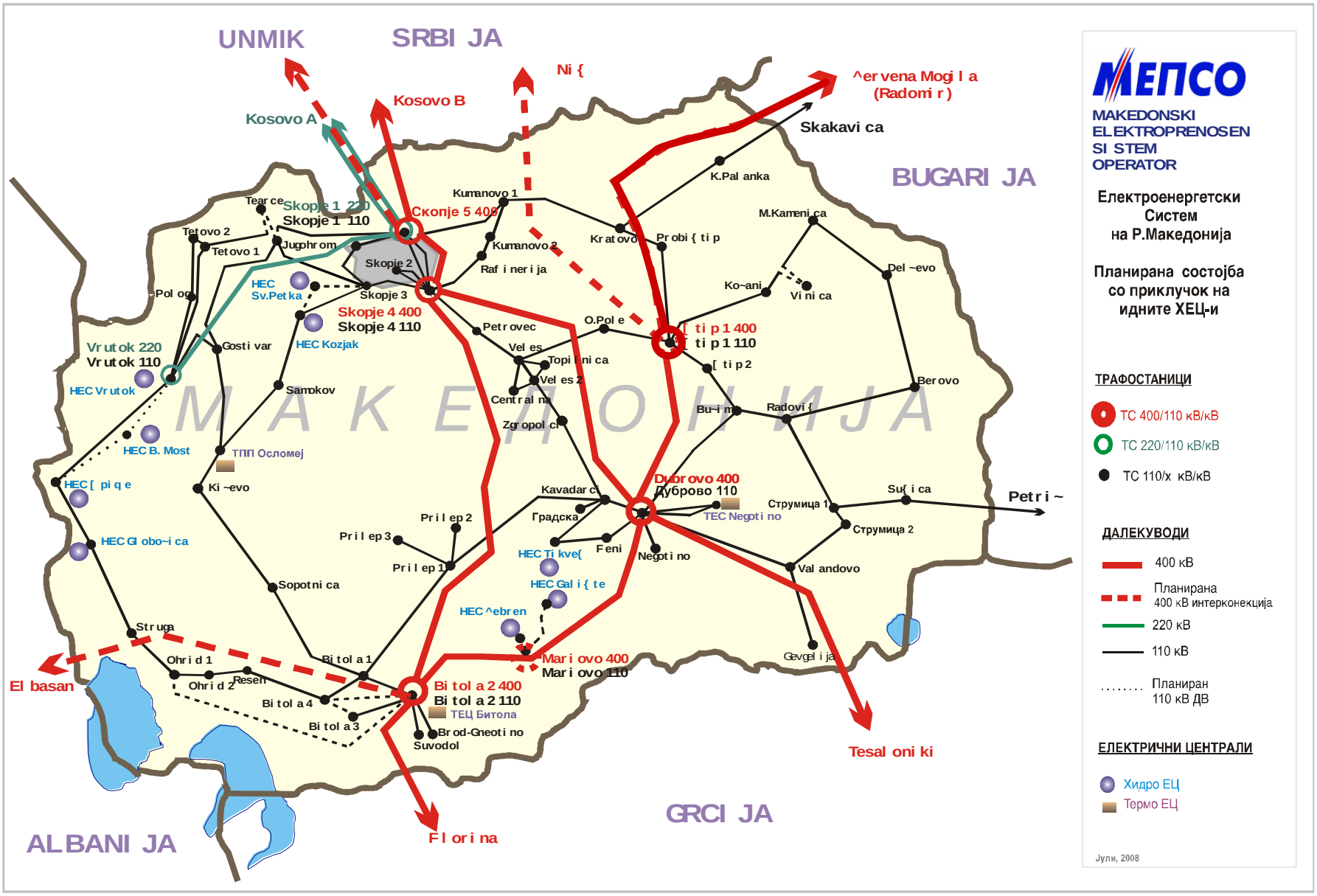
Потребна база на податоци:

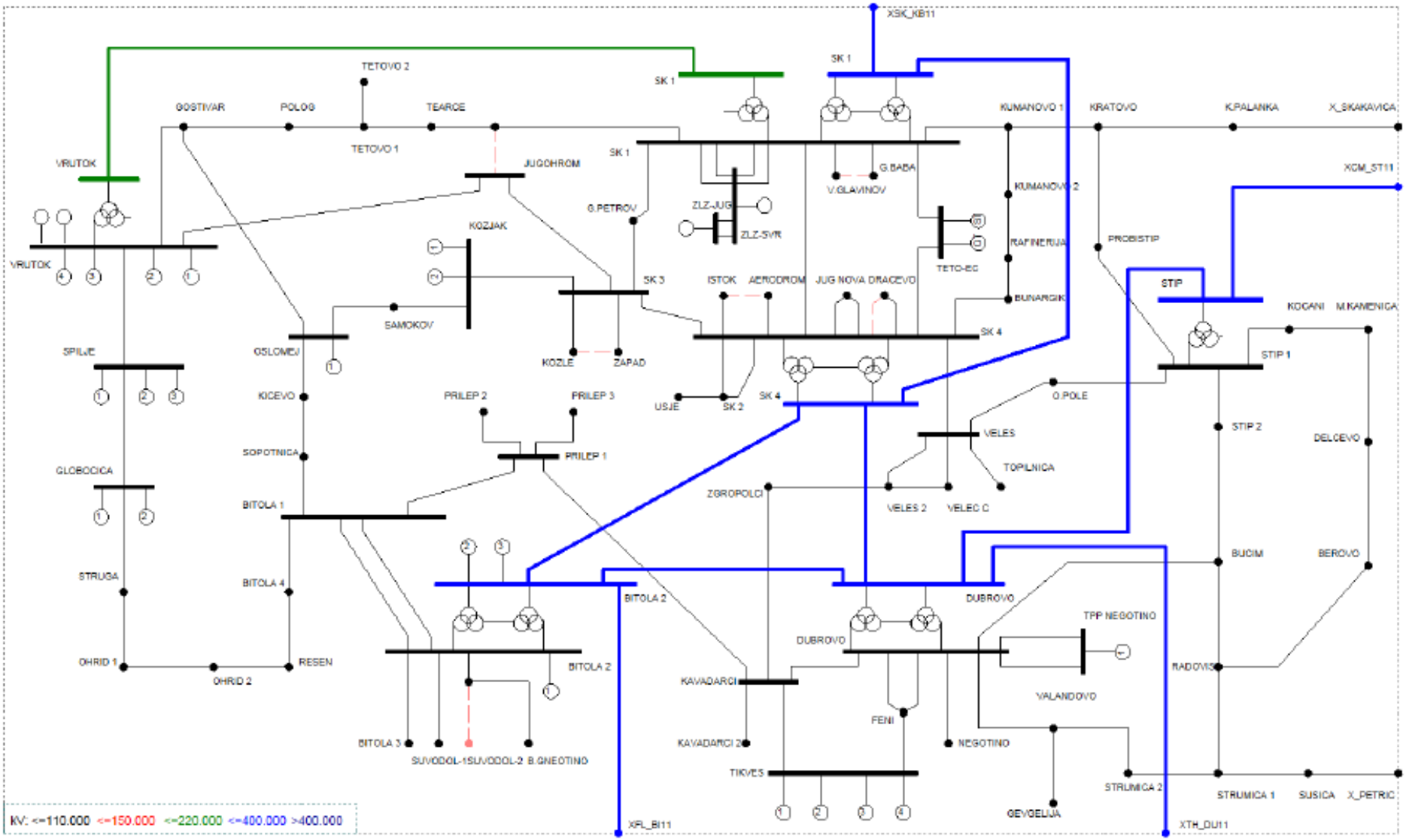
- Податоци за прогнозирана потрошувачка (активни моќности во сите јазли на преносната мрежа);
- Податоци за производни капацитети (микролокација, тополошка поврзаност, минимална и максимална активна моќност, редослед на ангажирање);
- Податоци за преносната мрежа (техно – економски карактеристики, коридори за изградба, тополошка поврзаност).

Анализа на доверливост на преносната мрежа

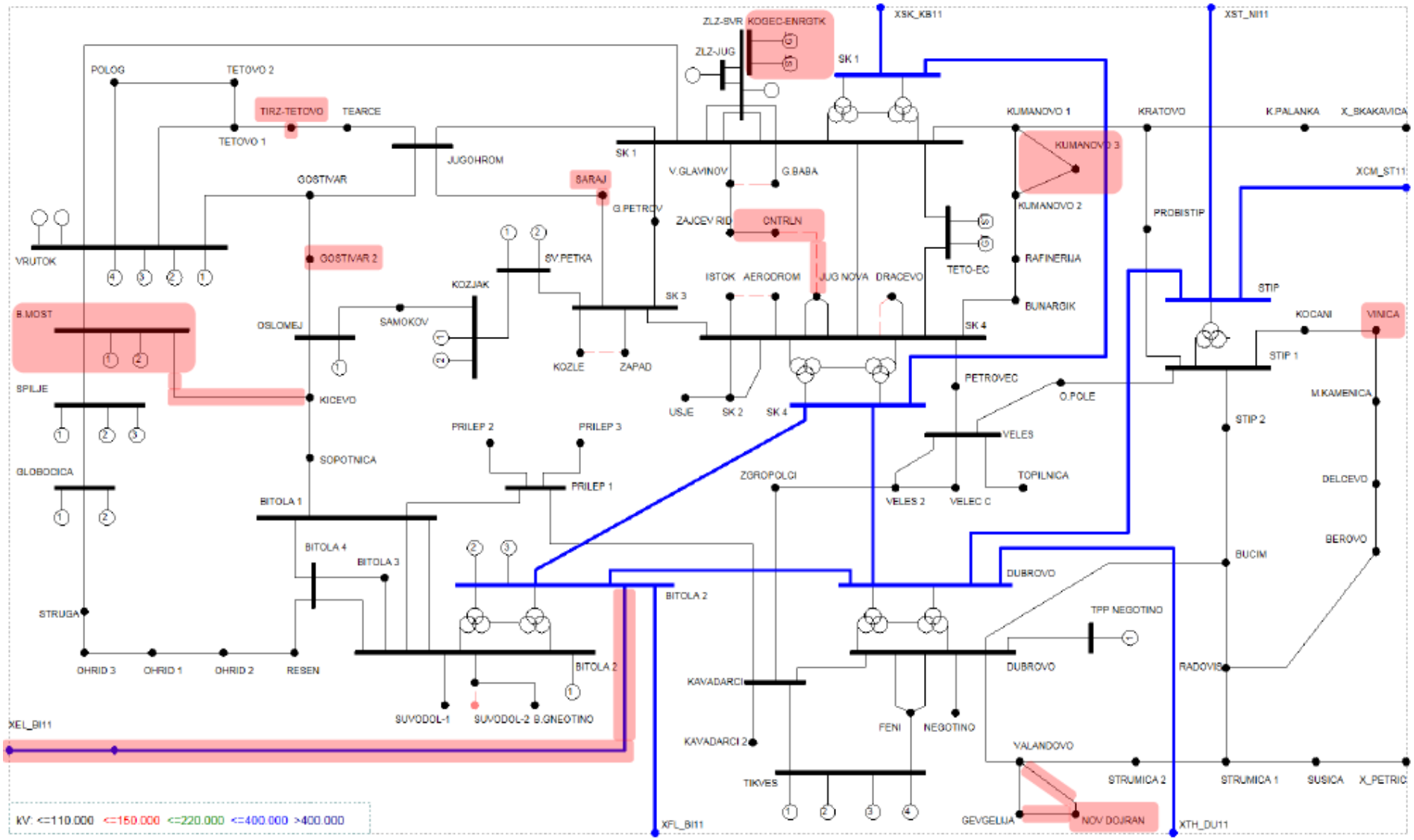
- **n – 1 принцип на сигурност**;
- користење на методи за пресметка на текови на моќности во преносната мрежа;

Планирање на развој на преносни капацитети

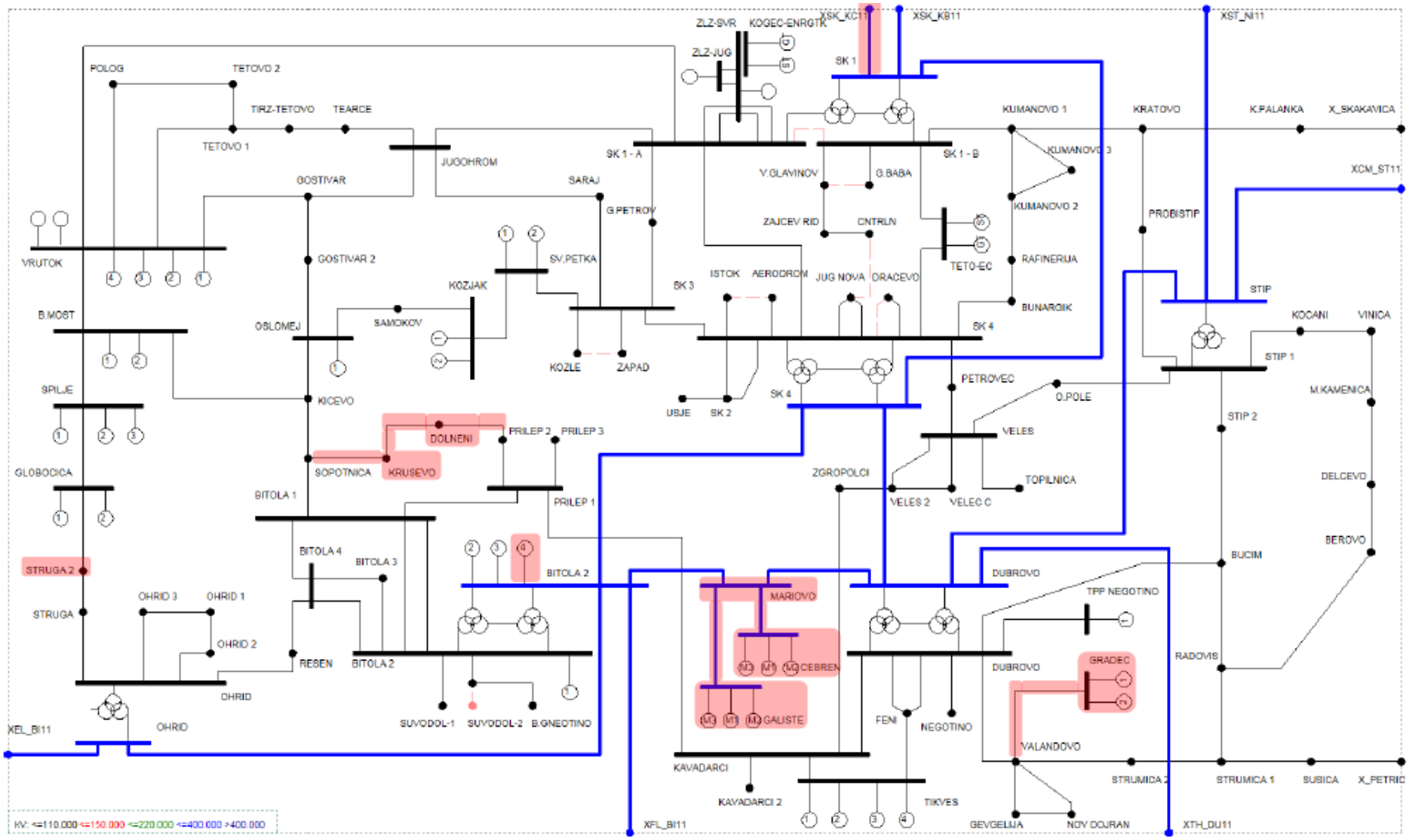




Конфигурација на преносната мрежа на Република Македонија, 2010 година

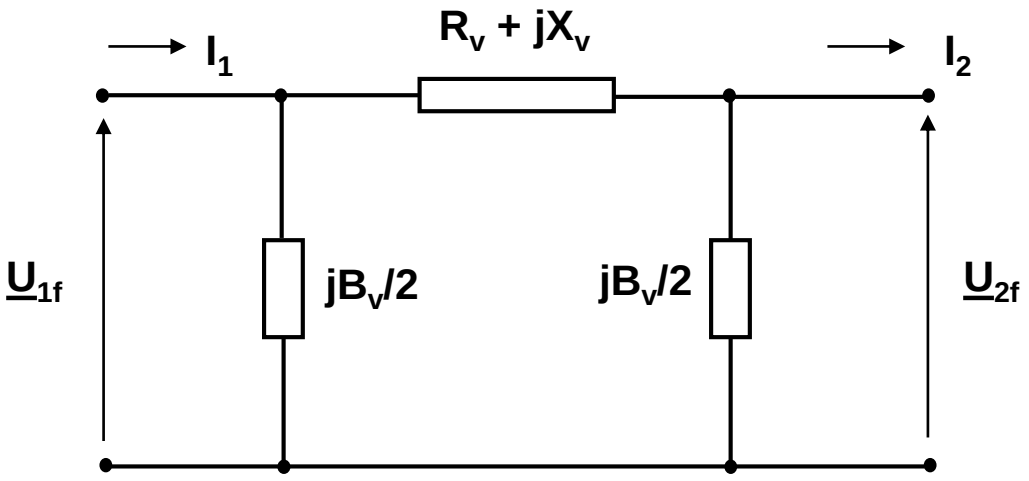


Конфигурација на преносната мрежа на Република Македонија, 2015 година



Конфигурација на преносната мрежа на Република Македонија, 2020 година

Модел на далекувод



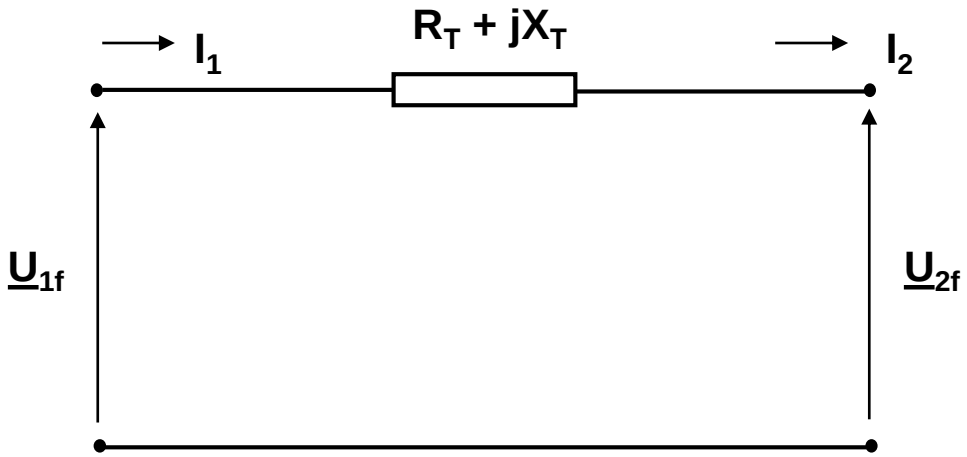
Еднофазна π - заменска шема на далекувод

Модел на производни единици

$$\underline{S}_g = P_g + jQ_g$$

$$\underline{U}_g = U_g \cdot e^{j\Theta_g}$$

Модел на трансформатор



Еднофазна заменска шема на двонамотаен трансформатор

Модел на потрошувач

Потрошувач со константна моќност:

$$\underline{S}_p = P_p + jQ_p$$