The International Journal of
TRANSPORT & LOGISTICS
Medzinárodný časopis
DOPRAVA A LOGISTIKA

UDC: 621.3.05

APPLICATION OF GEOMETRICAL APPROACH FOR ALLOCATION OF SERVICE CENTRES IN POWER SYSTEM OF THE SLOVAK REPUBLIC

APLIKÁCIA GEOMETRICKÉHO PRÍSTUPU PRE ALOKÁCIU PREVÁDZKOVÝCH SPRÁV SLOVENSKEJ ENERGETICKEJ PRENOSOVEJ SÚSTAVY

Dušan MALINDŽÁK, Martin STRAKA
Department of Logistics and Product Systems, TU in Košice, Park Komenského 14, 040 01 Košice

1. CHARACTERIZATION SEPS - CONTEMPORARY STATUS ANALYSIS

Nowadays under administration of power system of the Slovak republic (SEPS) belong twenty electric submissions, which allocation depend by 400KV, 220KV and 110KV electric networks (figure 1).

1. CHARAKTERISTIKA SEPS - ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU

V súčasnosti pod správu Slovenskej energetickej prenosovej sústavy (SEPS) patrí 20 elektrorozvodní – staníc, ktorých rozmiestnenie je závislé od vedenia 400kV, 220kV a 110kV sietí (obr.1).

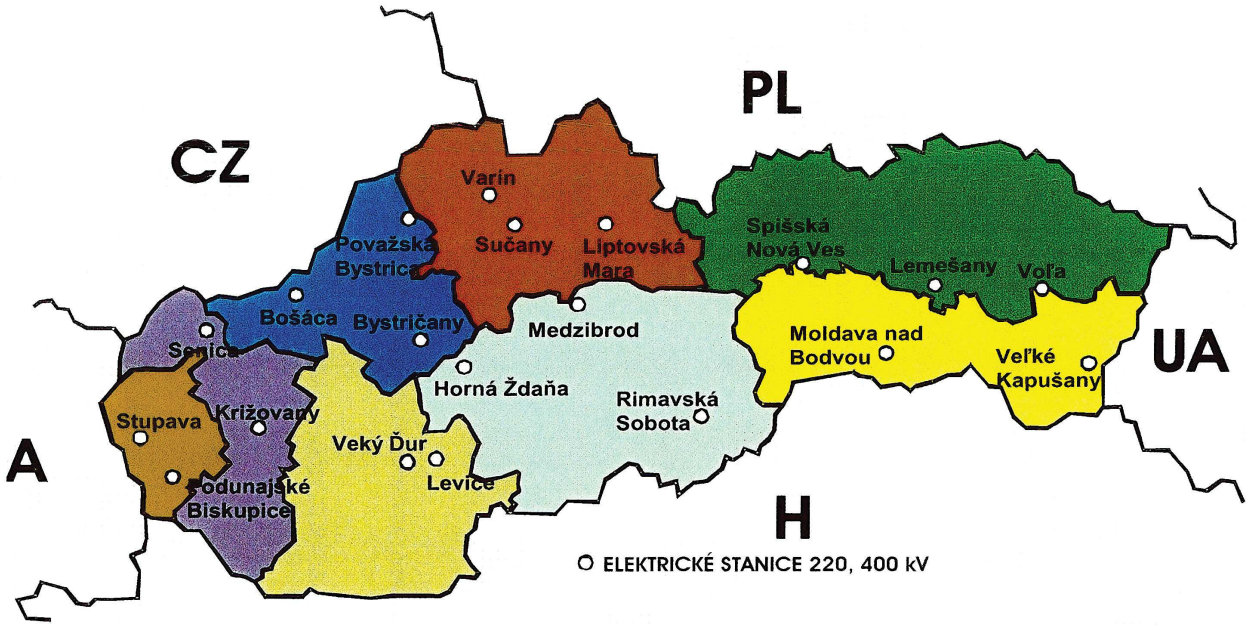

Figure1 Allocation of electric submissions which belong under administration of power system of the Slovak republic

Obrázok 1 Rozmiestnenie elektrických staníc spadajúcich pod správu Slovenskej energetickej prenosovej sústavy

This electric submissions executing function of transport of electric energy and also they are supply stations of electric energy to wholesale and retail networks. The electric submissions are fashion 400KV, 220KV and 110KV electric networks. We confine oneself to 400KV and 220KV electric networks in our analysis.

Power system of the Slovak republic is created:

Tieto elektrické stanice plnia funkciu transportu elektrickej energie a zároveň sú dodávateľskými uzlami do veľkoobchodnej a maloobchodnej siete. Elektrické stanice sú súčasťou 400kV, 220kV a 110kV sietí. Vo svojej analýze sa obmedzíme len na 400kV a 220kV siete.

V súčasnosti je základná štruktúra Slovenskej energetickej prenosovej sústavy (SEPS) tvorená štyrmi základnými časťami, z ktorých každá má svoju dôležitosť:

- Power dispatching central (SED) in Žilina
- Headquarters SEPS in Bratislava
- Electric submissions (ES)
- Power net

Power dispatching central (SED) in Žilina take care of monitoring all transmission system. Monitoring is working non-stop and duo operators watch status of transmission system on light table. Failures in power distributions or transformer stations are signalling in dispatching centre. From the monitoring networks are possible to receive main information about failure, for example:

- Approximate place of incipient failure, electric station, outlet and transmission line,
- Probable failure cause,
- Listing about activity of automatic protection.

- Slovenský energetický dispečing (SED) v Žiline
- Centrála SEPS v Bratislave
- Elektrické stanice (ES)
- Prenosová energetická sieť

Slovenský energetický dispečing v Žiline má na starosti monitorovanie celej prenosovej sústavy. Monitorovanie je zabezpečované nepretržite dvomi pracovníkmi, ktorý na svetelnej tabuli sledujú stav prenosovej sústavy. V prípade vyskytnutia sa nejakej poruchy, na rozvodoch alebo transformátorových staniciach, je porucha signalizovaná na dispečerskom stanovisku. Z monitorovania siete je možné získať základné informácie o poruche ako:

- približné miesto vzniku poruchy, konkrétne elektrickú stanicu, vývod a vedenie,
- pravdepodobnú príčinu vzniku poruchy,
- výpis o pôsobení automatických ochrán.

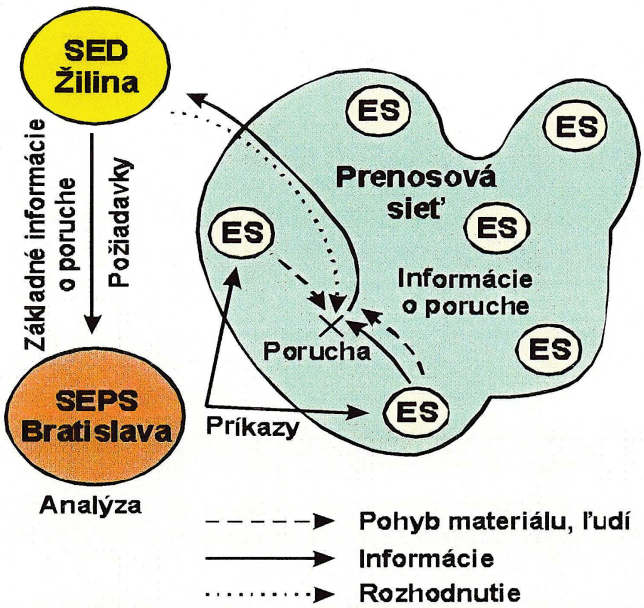

Figure 2 Basic scheme of function of power system of the Slovak republic
Obrázok 2 Základná schéma činnosti Slovenskej energetickej prenosovej sústavy

On the base of available information dispatcher SED inform about failure central of SEPS in Bratislava (figure 2). If failure rise is in hours about this dispatcher inform section of coordination headquarters of SEPS in Bratislava, in time of weekend dispatcher inform of the emergency service in Bratislava. After inform headquarters of SEPS, dispatcher SED by the help of available means realise interference with transmission system, which ensure damage minimisation and secure transmission net so as transmission net was not energetic overloading and safely executing transmission and supply function.

Coordination section of headquarters SEPS in Bratislava or emergency service in Bratislava analyze and evaluate this situation. After data evaluation gives information and requirements to place of works, which must find out detailed information

Na základe týchto dostupných informácií dispečer SED informuje o poruche centrálu SEPS v Bratislave (obr.2). Ak sa porucha vyskytne v pracovnom čase o jej vzniku informuje oddelenie koordinácie centrály SEPS v Bratislave, v inom čase informuje pohotovostnú službu v Bratislave.
Po informovaní centrály SEPS, dispečer SED pomocou dostupných prostriedkov diaľkovo vykoná také zásahy do prenosovej sústavy, ktoré zaistia minimalizáciu škôd a zabezpečia aby prenosová sieť nebola energeticky preťažená resp. bezpečne plnila svoju prenosovú a dodávateľskú funkciu.

Oddelenie koordinácie centrály SEPS v Bratislave resp. pohotovostná služba v Bratislave analyzuje a vyhodnotí vzniknutú situáciu. Po vyhodnotení dáva informácie a kladie požiadavky na pracoviská, ktoré musia zistiť podrobnejšie informácie o vzniknutej

about this failure. If this is technical possible, place of works realise reparation at mechanism on which rise failure and they launch mechanism, with resources which they keep at one's disposal.

Electric submissions tend of securing of operations connection with fault clearing, which rise at single of distribution stations. Electric submissions guard execution of scheduled maintenance at distribution stations too. Electric submissions provide for visitation place of failure, which rise at transmission system and give necessary information, which they need at detailed analyse of failure into SED in Žilina or headquarters of SEPS in Bratislava.

Transmission power net is creation with cable power distribution, which serves to transmission and supply of electric energy.

2. LOGICAL TERRITORY CLASSIFICATION

Partition of the Slovakia on the regions goes out of geographic allocation control rooms on this territory. From this location offers maximum three or four regions. Each region has one service centre [3], [4].

At segmentation of Slovakia at regions we must keep condition of range time, in case of failure, from service centre to electric submissions. This range time ČaDos<=60 minutes, that mean, that stations which create of region service centre are from service centre away maximum 1 hour.

Eastern Slovakia have configuration, which logically offers locate on this territory maximum two service centres. If we will locate on the Eastern Slovakia two service centres, and if we will keep condition about equality number of control rooms in service centre PRi = PRj, than on all territory of the Slovakia will be eight service centres and this number is very much of economic and operations aspect. It follows, that Eastern Slovakia is the best to keep as one unit = one service centre.

3. OPTIMAL DESTINATION OF SERVICE CENTRE IN REGION RANGE

Service centre (PS) is one from contemporary electric submissions, which take care of about safe running electric submissions in specific of region range. Service centre operates maintenance, repairs and total running of electric submissions in area which come under its control. Service centre orders material, people and technics, which will be needed for maintenance, repairs and running on electric submissions.

For location service centre in region range

poruche. Ak je to technicky možné pracoviská vykonajú, prostriedkami ktoré majú k dispozícii, opravu na zariadení na ktorom vznikla porucha a uvedú zariadenie do prevádzkyschopného stavu.

Elektrické stanice majú na starosti zabezpečenie úkonov spojených so samotným odstránením poruchy, ktoré sa vyskytnú na jednotlivých rozvodných staniciach. Elektrické stanice tiež zabezpečujú vykonanie plánovanej údržby na rozvodných staniciach. V prípade nutnosti elektrické stanice zabezpečia ohliadku miesta vzniku poruchy, ktorá sa vyskytne na prenosovej sústave a podajú potrebné informácie, ktoré sú nutné k podrobnejšej analýze poruchy, do SED v Žiline resp. centrály SEPS v Bratislave.

Prenosová energetická sieť je tvorená káblovými rozvodmi, ktoré slúžia na prenos a dodávku elektrickej energie.

2. LOGICKÉ ČLENENIE ÚZEMIA

Rozdelenie Slovenska na oblasti vychádza z geografickej alokácie elektrických rozvodní na tomto území. Z ich umiestnenia sa ponúkajú maximálne tri alebo štyri oblasti so svojimi prevádzkovými správami [3], [4].

Pri rozčlenení Slovenska na oblasti musíme dodržať podmienku času dostupnosti, v prípade poruchy, z prevádzkovej správy na podriadené elektrické stanice. Tento čas dostupnosti ČaDos<=60 minút., to znamená, že stanice ktoré tvoria oblasť prevádzkovej správy sú od prevádzkovej správy vzdialené maximálne na 1 hodinu cesty.

Východné Slovensko má také usporiadanie, že sa logicky ponúka umiestniť na tomto území maximálne dve prevádzkové správy. Ak by sme na Východnom Slovensku chceli umiestniť dve prevádzkové správy, potom pri dodržaní podmienky o rovnosti počtu rozvodní v prevádzkovej správe PRi = PRj by na celom území Slovenska bolo až osem prevádzkových správ, čo je z hľadiska ekonomického a prevádzkového veľmi veľa. Z toho vyplýva, že Východné Slovensko je najlepšie ako celok = jedna prevádzková správa.

3. URČENIE OPTIMÁLNEHO UMIESTNENIA PREVÁDZKOVEJ SPRÁVY V RÁMCI OBLASTI

Prevádzková správa (PS) je jedna zo súčasných staníc, ktorá sa stará o bezpečný chod podriadených elektrických staníc v rámci určitej oblasti. Riadi údržbu, opravy a celkový chod na elektrických staniciach v oblasti ktorá spadá pod jej kontrolu. Zabezpečuje materiál, ľudí a techniku, ktoré sú potrebné pre údržbu, opravy a prevádzku na elektrických staniciach.

Pre umiestnenie prevádzkovej správy v rámci

we rise from idea of Cooper's iterative method [1], [2], find some allocation service centre which will have minimum transportation cost towards electric submissions. We will calculate optimal co-ordinates allocation of service centre and which electric submission is nearest to calculation co-ordinates will be searching service centre.

Method is foundation at geometric principle; we try to calculate co-ordinates of service centre and its optimal allocation in region range. Than as we define areas with its electric submissions, with keep condition time reach, we can proceed to calculation of co-ordinates search of service centre.

Predict that we know:
- Electric submissions ESi,
- Co-ordinates electric submissions ESi(Xi,Yi),
- Quantity of transport energy for single station Mi.

The map of region we will allocate to space co-ordinates x,y-axis (figure 3). For each ESi we will define co-ordinates [Xi,Yi]. We rise from idea of destination total maintenance costs TMC (Total Maintenance Cost), which consideration of following factors. Factor of transport and transform quantity energy, unit price of transport and transform energy and distance of electric submissions from search service centre.

For definition of service centre optimal allocation is determining following parameters:

di - distance of electric submissions from service centre ESij PSj (time failure, transportation cost for transport material, people and so on)
Qi - quantity of transport and transform energy
QCi - price of transport and transform energy quantity
Mi - quantity of transport material
Ci - price of transport material quantity, energy and price to drive transport (transport method)

Test function we will define as conjunction function this variables. From the point of view of allocation service centres PSj are parameters Mi, Ci identical, vary only di

$$\mathbf{TMC} = \sum_{i=1}^{n} Qi.QCi.Mi.Ci.di \quad ;$$

n – number of stations join of calculation.

určitej oblasti vychádzame z myšlienky Cooperovej iteračnej metódy [1], [2], nájsť takú alokáciu prevádzkovej správy ktorá bude mať minimálne dopravné náklady voči elektrickým staniciam. Vypočítame optimálne súradnice umiestnenia prevádzkovej správy a tá stanica ktorá je k vypočítaným súradniciam najbližšie sa stáva hľadanou prevádzkovou správou.

Metóda je založená na geometrickom princípe, snažíme sa vypočítať súradnice prevádzkovej správy a jej optimálne umiestnenie v rámci určitej oblasti. Potom ako určíme oblasti so svojimi elektrickými stanicami s dodržaním podmienky času dosahu môžeme pristúpiť k výpočtu súradníc hľadanej prevádzkovej správy.

Predpokladajme, že poznáme :
- elektrické stanice ES_i,
- súradnice elektrických staníc $ESi(X_i,Y_i)$,
- množstvá prepravovanej energie pre jednotlivé stanice Mi.

Mapu regiónu umiestnime do priestoru súradnicovej osi X,Y (obr.3). Pre každú ESi určíme súradnice $[X_i,Y_i]$. Vychádzame z myšlienky určenia absolútnych nákladov na údržbu TMC (Total Maintenance Cost), v ktorých zohľadňujeme nasledovné faktory. Faktor prepravovaného a transformovaného množstva energie, jednotkovú cenu prepravovanej a transformovanej energie a vzdialenosti elektrických staníc od hľadanej prevádzkovej správy.

Pre určenie optimálnej alokácie prevádzkovej správy sú rozhodujúce nasledovné veličiny:

d_i – vzdialenosť elektrických staníc od prevádzkovej správy $ES_{ij} \epsilon PS_j$ (čas poruchy, dopravné náklady na prepravu materiálu, ľudí a podobne)
Q_i – množstvo prepravovanej a transformovanej energie
QCi – cena množstva prepravovanej a transformovanej energie
M_i – množstvo prepravovaného materiálu
C_i – cena množstva prepravovaného materiálu, energie a cena na jednotku dopravy (spôsob dopravy)

Kriteriálnu funkciu definujeme ako súčinovú funkciu týchto premenných. Z hľadiska alokácie prevádzkových správ PS_j sú veličiny M_{ij}, C_i rovnaké, mení sa len d_i

$$\mathbf{TMC} = \sum_{i=1}^{n} Qi.QCi.Mi.Ci.di \quad ;$$

n – počet staníc vstupujúcich do výpočtu.

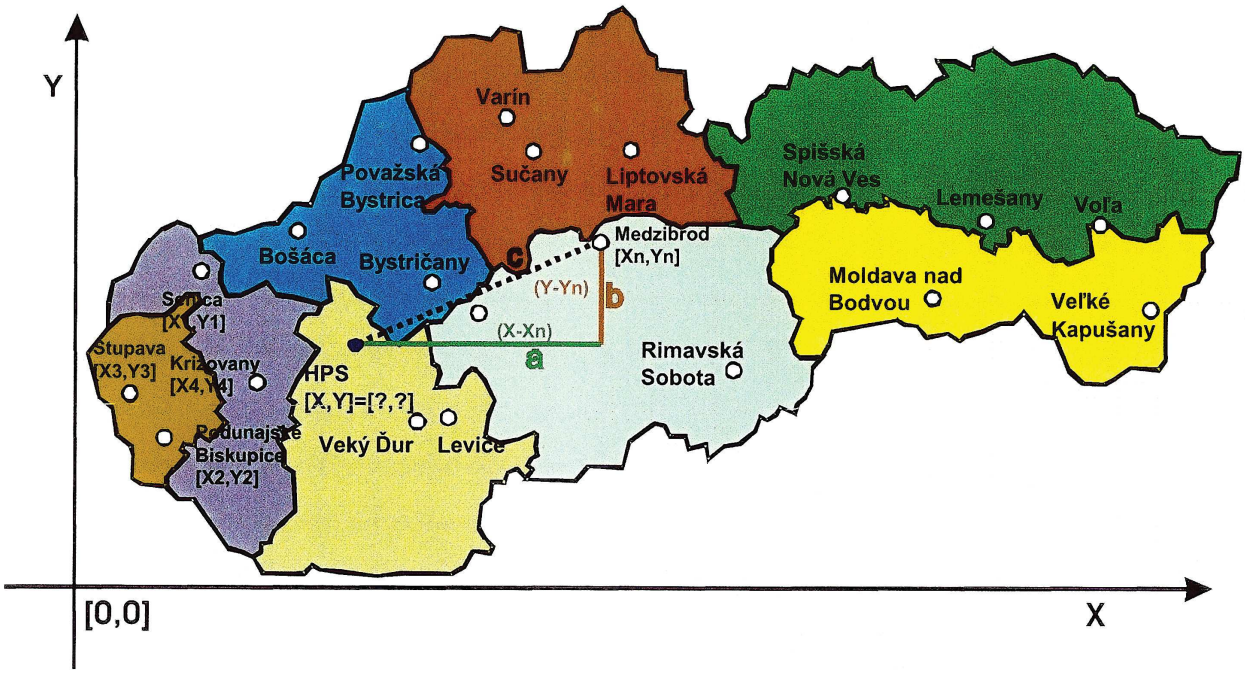

Figure 3 Location of region to co-ordinate x,y-axis
Obrázok 3 Umiestnenie regiónu do súradnicovej osi X,Y

Ideal distance di we calculate from Pythagoras theorem $c^2=a^2+b^2 \Rightarrow c=\sqrt{a^2+b^2}$:

$$\mathbf{di} = \sqrt{(X-Xi)^2+(Y-Yi)^2}$$

Equation for TMC will have fashion: **TMC**

$$= \sum_{i=1}^{N} Mi.Ci.\sqrt{(X-Xi)^2+(Y-Yi)^2}$$

If we want to find optimal co-ordinates X,Y of service centre, must stand derivation TMC by X-axis is equal 0 and synchronise derivation TMC by Y-axis is equal 0 :

$$\frac{\partial TMC}{\partial X}=0 \cap \frac{\partial TMC}{\partial Y}=0$$

$$\frac{\partial TMC}{\partial X}=$$

$$\sum_{i=1}^{N} Mi.Ci.\frac{1}{2}[(X-Xi)^2+(Y-Yi)^2]^{\frac{-1}{2}}.(X-Xi)$$

$$=0$$

$$\frac{\partial TMC}{\partial X}=\sum_{i=1}^{N}\frac{Mi.Ci.(X-Xi)}{\sqrt{(X-Xi)^2+(Y-Yi)^2}}=$$

H_1

H_1 – value of partial derivation, which declare value as far in X-axis we are from $X_{optimal} = X_{service\ centre}$.

$$\frac{\partial TMC}{\partial Y}=$$

Ideálnu vzdialenosť di vypočítame z Pythagorovej vety $c^2=a^2+b^2 \Rightarrow c=\sqrt{a^2+b^2}$:

$$\mathbf{di} = \sqrt{(X-Xi)^2+(Y-Yi)^2}$$

Rovnica pre TMC bude mať tvar: **TMC** =

$$\sum_{i=1}^{N} Mi.Ci.\sqrt{(X-Xi)^2+(Y-Yi)^2}$$

Ak chceme nájsť optimálne súradnice X,Y prevádzkovej správy, musí platiť derivácia TMC podľa X sa rovná 0 a súčasne derivácia TMC podľa Y sa rovná 0 :

$$\frac{\partial TMC}{\partial X}=0 \cap \frac{\partial TMC}{\partial Y}=0$$

$$\frac{\partial TMC}{\partial X}=$$

$$\sum_{i=1}^{N} Mi.Ci.\frac{1}{2}[(X-Xi)^2+(Y-Yi)^2]^{\frac{-1}{2}}.(X-Xi)$$

$$=0$$

$$\frac{\partial TMC}{\partial X}=\sum_{i=1}^{N}\frac{Mi.Ci.(X-Xi)}{\sqrt{(X-Xi)^2+(Y-Yi)^2}}=$$

H_1

H_1 – hodnota parciálnej derivácie, ktorá nám udáva hodnotu ako ďaleko v osi X sme od $X_{optimálne} = X_{prevádzkovej\ správy}$.

$$\frac{\partial TMC}{\partial Y}=$$

$$\sum_{i=1}^{N} Mi.Ci.\frac{1}{2}[(X-Xi)^2+(Y-Yi)^2]^{\frac{-1}{2}}.(Y-Yi$$
$$=0$$
$$\frac{\partial TMC}{\partial Y}=\sum_{i=1}^{N}\frac{Mi.Ci.(Y-Yi)}{\sqrt{(X-Xi)^2+(Y-Yi)^2}}=\mathbf{R_1}$$

R_1 – value of partial derivation, which declare value as far in Y-axis we are from $Y_{optimal} = Y_{service\ centre}$.

Marked: $\mathbf{D} = \sqrt{(X-Xi)^2+(Y-Yi)^2}$

Then: $\frac{\partial TMC}{\partial X}=\sum_{i=1}^{N}\frac{Mi.Ci.(X-Xi)}{D}=H_1$

Marked: $\sum_{i=1}^{N}\frac{Mi.Ci}{D}=A\ \sum_{i=1}^{N}(X-Xi).A=H_1$

$$\sum_{i=1}^{N}(X-Xi)=\frac{H_1}{A}$$

$\sum_{i=1}^{N}(X-Xi)$ - Mark of sum distance (+,-) from service centre, therefore we mark ΔX_1,

Then $\Delta X_1 = H_1 / A$ a $X_1 = X_0 - \Delta X_1$

In like manner: $\frac{\partial TMC}{\partial Y}=$

$$\sum_{i=1}^{N}\frac{Mi.Ci.(Y-Yi)}{D}=R_1$$

Marked: $\sum_{i=1}^{N}\frac{Mi.Ci}{D}=B$

$$\sum_{i=1}^{N}(Y-Yi).B=R_1$$
$$\sum_{i=1}^{N}(Y-Yi)=\frac{R_1}{B}$$

$\sum_{i=1}^{N}(Y-Yi)$ - Mark of sum distance (+,-) from service centre, therefore we mark ΔY_1,

Then $\Delta Y_1 = R_1 / B$ a $Y_1 = Y_0 - \Delta Y_1$

D has by the calculation Y already another values, because use already calculated X, therefore even though is term identical, mark it as B.

Step by step calculate ΔX_1 a X_1, ΔY_1a Y_1, ΔX_2 a X_2, ΔY_2a Y_2,..... calculate as far as state required value.

Co-ordinates X_0 and Y_0 choose as $X_0=0$ and $Y_0=0$.

For solution we will use method of utopia point it means at first find extreme according to X,

$$\sum_{i=1}^{N} Mi.Ci.\frac{1}{2}[(X-Xi)^2+(Y-Yi)^2]^{\frac{-1}{2}}.(Y-Yi)$$
$$=0$$
$$\frac{\partial TMC}{\partial Y}=\sum_{i=1}^{N}\frac{Mi.Ci.(Y-Yi)}{\sqrt{(X-Xi)^2+(Y-Yi)^2}}=\mathbf{R_1}$$

R_1 – hodnota parciálnej derivácie, ktorá nám udáva hodnotu ako ďaleko v osi Y sme od $Y_{optimálne} = Y_{prevádzkovej\ správy}$.

Označme: $\mathbf{D} = \sqrt{(X-Xi)^2+(Y-Yi)^2}$

Potom: $\frac{\partial TMC}{\partial X}=\sum_{i=1}^{N}\frac{Mi.Ci.(X-Xi)}{D}=H_1$

Označme: $\sum_{i=1}^{N}\frac{Mi.Ci}{D}=A$

$$\sum_{i=1}^{N}(X-Xi).A=H_1$$
$$\sum_{i=1}^{N}(X-Xi)=\frac{H_1}{A}$$

$\sum_{i=1}^{N}(X-Xi)$ - označuje sumu vzdialenosti (+,-) od prevádzkovej správy, preto ju označíme ΔX_1, potom

$\Delta X_1 = H_1 / A$ a $X_1 = X_0 - \Delta X_1$

Podobne: $\frac{\partial TMC}{\partial Y}=$

$$\sum_{i=1}^{N}\frac{Mi.Ci.(Y-Yi)}{D}=R_1$$

Označme: $\sum_{i=1}^{N}\frac{Mi.Ci}{D}=B$

$$\sum_{i=1}^{N}(Y-Yi).B=R_1$$
$$\sum_{i=1}^{N}(Y-Yi)=\frac{R_1}{B}$$

$\sum_{i=1}^{N}(Y-Yi)$ - označuje sumu vzdialenosti (+,-) od prevádzkovej správy, preto ju označíme ΔY_1, potom

$\Delta Y_1 = R_1 / B$ a $Y_1 = Y_0 - \Delta Y_1$

D má pri výpočte Y už iné hodnoty, pretože používame už vypočítané X, preto aj keď je výraz zhodný, označíme ho ako B.

Postupne počítame ΔX_1 a X_1, ΔY_1a Y_1, ΔX_2 a X_2, ΔY_2a Y_2,..... počítame až do stavu požadovanej presnosti.

Súradnice X_0 a Y_0 volíme ako $X_0=0$ a $Y_0=0$.

(and Y consider constant factor) and in next step find extreme according to Y (and X consider constant factor, but already with new value, which we calculated). For next steps we will use interactive approach it means we will rise from value (figure.4):

Service centre

$PS[X_0,Y_0]=[0,0]$

$PS[X_1,Y_0]$

$PS[X_1,Y_1]$

$PS[X_2,Y_1]$

$PS[X_2,Y_2]$..... $PS[X_{opt},Y_{opt}]$

Pre riešenie použijeme metódu utopického bodu t.j. najprv nájdeme extrém podľa X, (a Y považujeme za konštantu) a v ďalšom kroku nájdeme extrém podľa Y (a X považujeme za konštantu, ale už s novou hodnotou, ktorú sme vypočítali). Pre ďalšie kroky použijeme interaktívny prístup t.j. vychádzame z hodnoty (obr.4):

Prevádzková správa

$PS[X_0,Y_0]=[0,0]$

$PS[X_1,Y_0]$

$PS[X_1,Y_1]$

$PS[X_2,Y_1]$

$PS[X_2,Y_2]$..... $PS[X_{opt},Y_{opt}]$

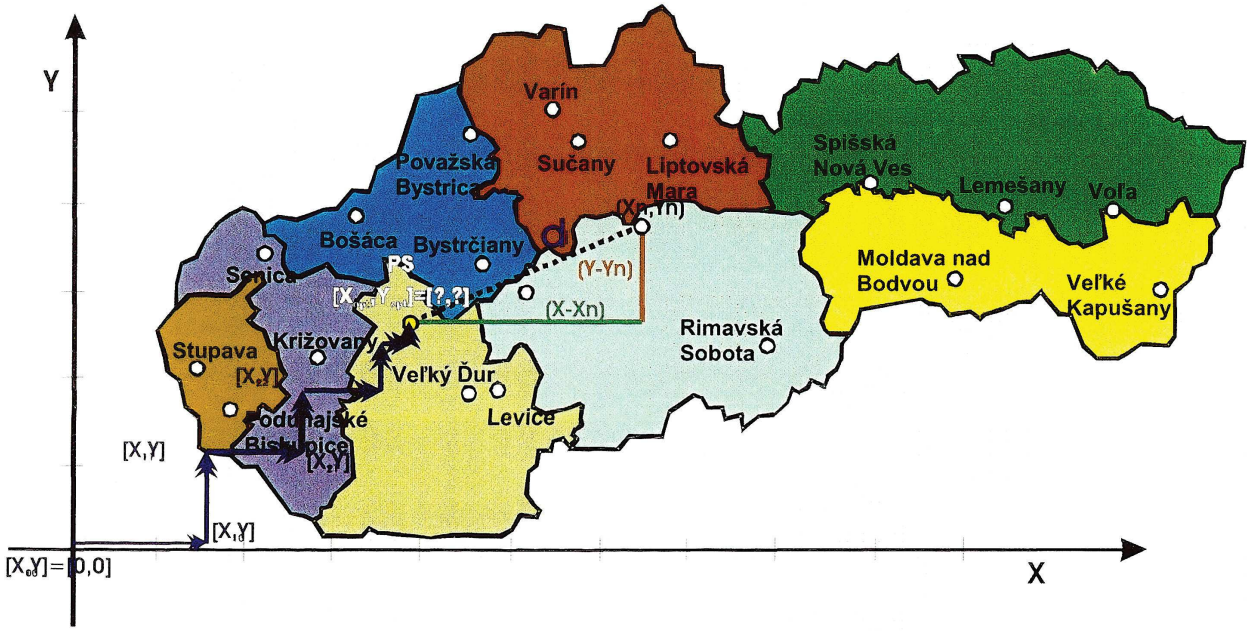

Figure 4 Way routing into the optimal co-ordinates allocation of service centre
Obrázok 4 Postup smerovania do optimálnych súradníc umiestnenia prevádzkovej správy

4. COMPUTATION OF CO-ORDINATES OF SERVICE CENTRES

Before calculation is needed prepares table with transfer energy quantity. Transfer energy quantity is important factor which suggest to the strategic status of electric submissions in the system.

In ours calculations we will consider with two sorts of energy:

- transmission energy, it has unit price,
- transform energy, it has specified price by the office for regulation in power branch.

Sum of conjunction transmission energy

4. VÝPOČET SÚRADNÍC HĽADANÝCH PREVÁDZKOVÝCH SPRÁV

Pred samotným výpočtom je potrebné pripraviť si tabuľku s prenesenými množstvami energie pre jednotlivé stanice. Prenesené množstvo energie je významný faktor zohľadňujúci strategické postavenie stanice v systéme.

V našich výpočtoch uvažujeme s dvomi druhmi energie.

- energia prenášaná, tej priraďujeme jednotkovú cenu
- energia transformovaná, tá má stanovenú cenu úradom pre reguláciu v sieťových

quantity with belong price, which input to calculation of allocation service centre show table 1.

odvetviach.
Súčet súčinu množstva prenesenej energie s prislúchajúcou cenou, ktoré vstupujú do výpočtu alokácie prevádzkovej správy zobrazuje tabuľka 1.

Table 1 Co-ordinates of electric submissions and belong transmission energy quantity and transform energy quantity
Tabuľka 1 Súradnice elektrických staníc a prislúchajúce množstvo prenesenej a transformovanej energie

	Počiatok Kartézskeho systému je v Bratislave	Priemerné súradnice v sústave x,y (m)			
Zi	[X0,Y0]=[0,0]	Xi	Yi	(M1.C1)+(M2.C2)	Ci
1	Bošáca	57 307	74 320	40 155 183	1
2	Bystričany	105 806	55 284	43 579 417	1
3	Horná Ždaňa	123 498	44 629	186 201 149	1
4	Križovany	41 839	18 809	342 431 363	1
5	Lemešany	308 947	77 112	192 469 129	1
6	Levice	112 493	5 859	120 187 394	1
7	Liptovská Mara	179 658	103 961	99 615 266	1
8	Medzibrod	168 364	69 426	91 295 411	1
9	Moldava nad Bodvou	289 562	49 691	86 431 951	1
10	Podunajské Biskupice	8 167	-1 479	90 657 574	1
11	Považská Bystrica	101 938	106 005	70 957 249	1
12	Rimavská Sobota	216 815	23 874	128 905 555	1
13	Senica	21 605	59 290	102 738 739	1
14	Spišská Nová Ves	256 788	87 031	103 280 257	1
15	Stupava	-4 519	14 652	39 713 883	1
16	Sučany	142 144	103 807	130 790 770	1
17	Varín	133 029	115 116	60 925 457	1
18	Veľké Kapušany	369 110	45 680	2 130 986	1
19	Veľký Ďur	100 473	4 476	11 349 738	1
20	Voľa	351 683	77 605	59 475 422	1

It rises from specification of optimal number regions and number electric submissions in single regions [3], [4]. The best configuration is which segment of Slovak territory to east region, west region, north region and south region (table.2).

Vychádzame z určenia optimálneho počtu oblastí a počtu elektrických staníc v jednotlivých oblastiach [3], [4]. Najlepšie vychádza zoskupenie, ktoré rozčlení územie na východný región, západný región, severný región a južný región (tab.2).

Table 2 Segmentation electric submissions for four regions
Tabuľka 2 Rozčlenenie staníc na štyri regióny

	Východný región	Západný región	Severný región	Južný región
1	Lemešany	Križovany	Sučany	Horná Ždaňa
2	Moldava nad Bodvou	Senica	Varín	Levice
3	Voľa	Stupava	Považská Bystrica	Veľký Ďur
4	Veľké Kapušany	Podunajské Biskupice	Liptovská Mara	Medzibrod
5	Spišská Nová Ves	Bošáca	Bystričany	Rimavská Sobota

For each group of electric submissions search optimal allocation of service centre by the help of iteration of Cooper's iterative method, our interest is about co-ordinates with reference to transmission and transfer energy quantity (tab.3, 4, 5 and 6).

Pre každú skupinu elektrických staníc sa snažíme nájsť optimálne umiestnenie prevádzkovej správy pomocou iterácií v Cooperovej iteračnej metóde, zaujímajú nás súradnice s ohľadom na prenesené množstvo energie (tab.3, 4, 5 a 6).

Table 3 Calculation of optimal co-ordinates of service centre for the first region
Tabuľka 3 Výpočet optimálnych súradníc prevádzkovej správy pre prvý región

Zi	Počiatok Kartézskeho systému je v Bratislave [X0,Y0]=[0,0]	Priemerné súradnice v sústave x,y (m) Xi	Yi	(M1.C1)+(M2.C2)	Ci
1	Lemešany	308 947	77 112	192 469 129	1
2	Moldava nad Bodvou	289 562	49 691	86 431 951	1
3	Spišská Nová Ves	256 788	87 031	103 280 257	1
4	Veľké Kapušany	369 110	45 680	2 130 986	1
5	Voľa	351 683	77 605	59 475 422	1

	M 80 X[mm]	Y[mm]	X[m]	Y[m]	ΔX	ΔY
Bratislava X0,Y0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
X1,Y1	315,01	75,30	296 420,15	70 856,54	-296 420,15	-70 856,54
X2,Y2	320,58	78,95	301 669,74	74 292,12	-5 249,59	-3 435,58
X3,Y3	324,10	80,52	304 974,29	75 773,16	-3 304,55	-1 481,04
X4,Y4	326,12	81,24	306 876,22	76 446,45	-1 901,93	-673,29
X5,Y5	327,20	81,59	307 897,31	76 778,39	-1 021,09	-331,94
X6,Y6	327,76	81,77	308 423,01	76 945,79	-525,70	-167,40
X7,Y7	328,04	81,86	308 687,44	77 029,84	-264,43	-84,05
X8,Y8	328,18	81,90	308 818,83	77 071,68	-131,39	-41,84
X9,Y9	328,25	81,93	308 883,72	77 092,38	-64,89	-20,70
X10,Y10	328,28	81,94	308 915,67	77 102,59	-31,95	-10,21
X11,Y11	328,30	81,94	308 931,38	77 107,61	-15,71	-5,02
X12,Y12	328,31	81,94	308 939,10	77 110,08	-7,72	-2,47
X13,Y13	328,31	81,95	308 942,89	77 111,29	-3,79	-1,21
X14,Y14	328,32	81,95	308 944,75	77 111,89	-1,86	-0,60
X15,Y15	328,32	81,95	308 945,66	77 112,18	-0,91	-0,29
X16,Y16	328,32	81,95	308 946,11	77 112,32	-0,45	-0,14
X17,Y17	328,32	81,95	308 946,33	77 112,39	-0,22	-0,07
X18,Y18	328,32	81,95	308 946,44	77 112,43	-0,11	-0,03
X19,Y19	328,32	81,95	308 946,49	77 112,44	-0,05	-0,02
X20,Y20	328,32	81,95	308 946,51	77 112,45	-0,03	-0,01
X21,Y21	328,32	81,95	308 946,53	77 112,46	-0,01	0,00
X22,Y22	328,32	81,95	308 946,53	77 112,46	-0,01	0,00
X23,Y23	328,32	81,95	308 946,54	77 112,46	0,00	0,00
X24,Y24	328,32	81,95	308 946,54	77 112,46	0,00	0,00
X25,Y25	328,32	81,95	308 946,54	77 112,46	0,00	0,00

Table.4 Calculation of optimal co-ordinates of service centre for the second region
Tabuľka 4 Výpočet optimálnych súradníc prevádzkovej správy pre druhý región

Zi	Počiatok Kartézskeho systému je v Bratislave [X0,Y0]=[0,0]	Priemerné súradnice v sústave x,y (m) Xi	Yi	(M1.C1)+(M2.C2)	Ci
1	Bošáca	57 307	74 320	40 155 183	1
2	Križovany	41 839	18 809	342 431 363	1
3	Podunajské Biskupice	8 167	-1 479	90 657 574	1
4	Senica	21 605	59 290	102 738 739	1
5	Stupava	-4 519	14 652	39 713 883	1

	M 80 X[mm]	Y[mm]	X[m]	Y[m]	X	Y
Bratislava X0,Y0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
X25,Y25	44,46	19,99	41 838,60	18 808,84	0,00	0,00

Table 5 Calculation of optimal co-ordinates of service centre for the third region
Tabuľka 5 Výpočet optimálnych súradníc prevádzkovej správy pre tretí región

Zi	Počiatok Kartézskeho systému je v Bratislave [X0,Y0]=[0,0]	Priemerné súradnice v sústave x,y (m) Xi	Yi	(M1.C1)+(M2.C2)	Ci
1	Bystričany	105 806	55 284	43 579 417	1
2	Liptovská Mara	179 658	103 961	99 615 266	1
3	Považská Bystrica	101 938	106 005	70 957 249	1
4	Sučany	142 144	103 807	130 790 770	1
5	Varín	133 029	115 116	60 925 457	1

	M 80 X[mm]	Y[mm]	X[m]	Y[m]	X	Y
Bratislava X0,Y0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
X25,Y25	151,06	110,32	142 143,68	103 807,24	0,00	0,00

Table 6 Calculation of optimal co-ordinates of service centre for the fourth region
Tabuľka 6 Výpočet optimálnych súradníc prevádzkovej správy pre štvrtý región

Zi	Počiatok Kartézskeho systému je v Bratislave [X0,Y0]=[0,0]	Priemerné súradnice v sústave x,y (m) Xi	Yi	(M1.C1)+(M2.C2)	Ci
1	Horná Ždaňa	123 498	44 629	186 201 149	1
2	Levice	112 493	5 859	120 187 394	1
3	Medzibrod	168 364	69 426	91 295 411	1
4	Rimavská Sobota	216 815	23 874	128 905 555	1
5	Veľký Ďur	100 473	4 476	11 349 738	1

	M 80					
	X[mm]	Y[mm]	X[m]	Y[m]	X	Y
Bratislava X0,Y0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
X25,Y25	134,21	45,53	126 293,51	42 846,75	35,66	-20,68

5. ANALYSE OF RECEIVES RESULTS FOR VARIANT WITH FOUR SERVICE CENTRES

For first group electric submissions are optimal co-ordinate service centre:
$X1_{opt},Y1_{opt}$=[308 946,54;77 112,46] meters, to this co-ordinates is nearest station in Lemešany (figure 5, 6).
For second group electric submissions are optimal co-ordinate service centre: $X2_{opt},Y2_{opt}$=[41 838,50;18 808,84] meters, to this co-ordinates is nearest station in Križovany (figure 5, 6).
For third group electric submissions are optimal co-ordinate service centre: $X3_{opt},Y3_{opt}$=[142 143,68;103 807,24] meters, to this co-ordinates is nearest station in Sučany (figure 5, 6).
For fourth group electric submissions are optimal co-ordinate service centre: $X4_{opt},Y4_{opt}$=[126 293,51;42 846,75] meters, to this co-ordinates is nearest station in Horná Ždaňa (figure 5, 6).

5. ANALÝZA ZÍSKANÝCH VÝSLEDKOV PRE VARIANTU SO ŠTYRMI PREVÁDZKOVÝMI SPRÁVAMI

Pre prvú skupinu elektrických staníc sú optimálne súradnice prevádzkovej správy:
$X1_{opt},Y1_{opt}$=[308 946,54;77 112,46] metrov, týmto súradniciam je najbližšia stanica v Lemešanoch (obr. 5, 6).
Pre druhú skupinu elektrických staníc sú optimálne súradnice prevádzkovej správy: $X2_{opt},Y2_{opt}$=[41 838,50;18 808,84] metrov, týmto súradniciam je najbližšia stanica v Križovanoch (obr.5, 6).
Pre tretiu skupinu elektrických staníc sú optimálne súradnice prevádzkovej správy: $X3_{opt},Y3_{opt}$=[142 143,68;103 807,24] metrov, týmto súradniciam je najbližšia stanica v Sučanoch (obr.5, 6).
Pre štvrtú skupinu elektrických staníc sú optimálne súradnice prevádzkovej správy: $X4_{opt},Y4_{opt}$=[126 293,51;42 846,75] metrov, týmto súradniciam je najbližšia stanica v Hornej Ždani (obr.5, 6).

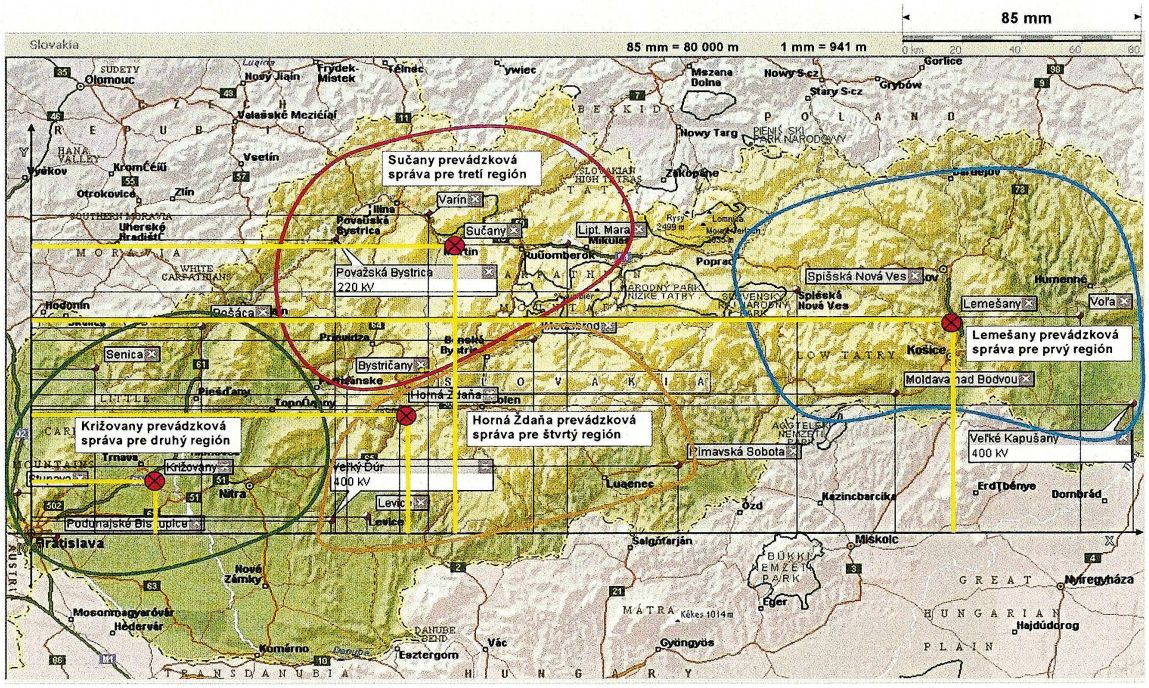

Figure 5 Allocation of service centres in co-ordinates system
Obrázok 5 Umiestnenie prevádzkových správ v systéme súradníc

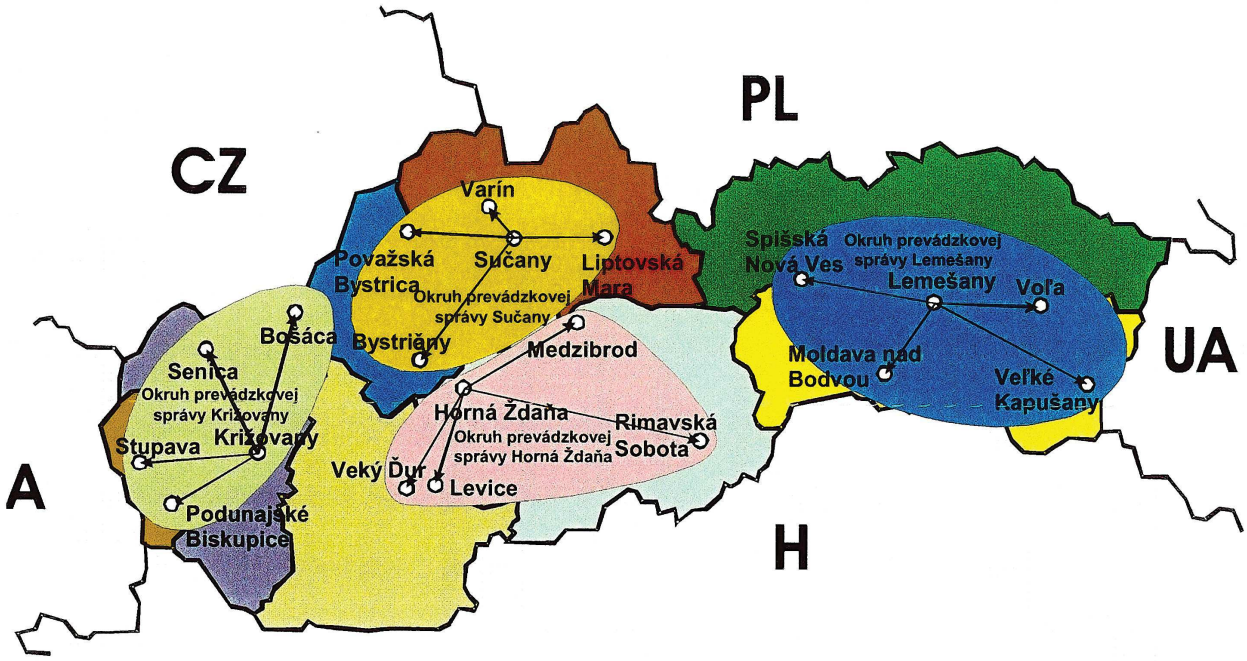

Figure 6 Design of structure electric submissions - service centre
Obrázok 6 Návrh optimalizovaných okruhov štruktúr elektrická stanica - prevádzková správa

REFERENCES / LITERATÚRA

[1] Malindžák, D.: Production logistics I, Publishing house Štroffek, Košice 1997
[2] Malindžák, D., Šindler, V.: Modelling of production process, Publishing house FBERG, Košice 2001
[3] Malindžák, D., Straka, M.: Final report of solution "Design of allocation service centres of Power system of the Slovak Republic", Košice, December 2002
[4] Malindžák, D., Straka, M.: The Multicriterional Optimalization Model for Service and Maintenance Centres Allocation in Power System of the Slovak Republic - SEPS, International Conference on Industrial Logistics, ICIL 2003 Proceedings, ISBN 952-476-0101-X, Vaasa – Finland, 16-19 June 2003
[5] Web sides: http://www.sepsas.sk
http://www.infelen.sk
http://www.enpose.sk
[6] Dispatching regulation SEPS
[7] Power code SEPS

Reviewal / Recenzia: doc. Ing. Daniela Marasová, CSc.