

SISTEMUL AUTOMAT PENTRU CALCULAREA ELEMENTUELOR SISTEMULUI DE PROTRECȚIE CATODIC

Ph.D eng. Teodora Hristova, UMG
“*St. Ivan Rilski*”, Sofia, BULGARIA

ABSTRACT: Proiectarea și calcularea parametrilor protecției catodice sunt condiționate de un material considerabil, resurse de muncă și o perioadă extinsă de dezvoltare. Ținând seama de complexitatea activității atribuite, versiunile programului pot fi multiplicat. De aceea, pentru realizarea calculului elementelor sistemului de protecție catodică se poate alege un alt principiu modular. Sunt multe avantaje ale unui asemenea sistem - este ușor și convenabil de folosit, flexibil, stabil și rapid, și asigură posibilitatea de a lucra într-o rețea sau cu mai mulți utilizatori.

În circumstanțele economice competitive actuale, resursele limitate de timp și varietatea de sarcini necesită componente care pot fi schimbate ușor din sistemul de calcul. Pentru a funcționa eficient un sistem flexibil are nevoie de o reorganizare adecvată când are loc un eveniment neașteptat.

CUVINTE-CHEIE: sisteme de protecție catodică, țevă de împământare, elemente, program.

Cerințele produsului de program și etapele de dezvoltare

Funcționarea acestui sistem necesită prezentarea unei compuneri de date și diagrame cu scopul de a evalua starea procesului de proiectare. Acest tip de program permite realizarea de experimente la o valoare mai mică. Există o mare diversitate a datelor și posibilităților care se concentrează pe următoarele componente type: rezistența anodică, influența reciprocă între anodi, limita electricității sigure, perioada de lucru a anozilor, numărul de conexiuni sigure la pământ, calculul sursei de energie [1, 2]. Pe baza acestor componente, prețul unui asemenea sistem poate fi luat în

AUTOMATED SYSTEM FOR CALCULATING THE ELEMENTS OF THE CATHODIC PROTECTION SYSTEM

Ph.D eng. Teodora Hristova, UMG
“*St. Ivan Rilski*”, Sofia, BULGARIA

ABSTRACT: The designing and calculating of the parameters of the cathodic protection is connected with considerable material, labour resources and extended period of development . Considering the complexity of the task assigned the program versions can multiply . That is why for the making of the calculation of the elements of the cathodic protection system can be chosen another modular principle. There are many advantages to such a system – its easy and convenient to use, flexible, stable and work fast, it also provides a possibility to work in a network or with many users. In the current competitive economical circumstances the limited time resources and the variety of assignments necessitate the requirement of easily changed components of the calculating system. To function effectively a flexible system like that needs an adequate reorganization when unexpected event occur.

KEY WORDS: cathodic protection systems, grounding pipeline, elements, program.

The requirements of the program product and stages of development

The work of this system requires the presentation of composition of data and diagrams which aim to assess the state of the process of designing. This type of program allows carrying out experiments on a lower value. There is a great diversity of data and possibilities and as it emphasizes on the following components : anode resistance, mutual influence between the anodes, extent of the secure electricity, work period of the anodes, number of the

discuție și prin actualizarea parametrilor ținând seama de politica economică a companiei.

În lucrarea următoare se oferă un algoritm în șapte etape pentru a îndeplini un astfel de obiectiv:

I. Stabilirea datelor la intrare

II. Stabilirea factorilor specifici pentru selecția automată

III. Introducerea dependenței de bază și calcularea atributelor de bază

IV. Definirea și estimarea parametrilor tehnici de bază. Dacă nu sunt obținute valorile sigure necesare, procesul de estimare începe din nou. Dar dacă acei indicatori sunt obținute, continuă la etapa a cincea [3].

V. Stabilirea ratei medii a sistemului de lucru per unitate de timp [4].

VI. Evaluarea caracteristicilor tehnice și economice. Dacă există parametri economici nedorți, unii dintre aceștia trebuie modificați. Când sunt atinși parametrii economici doriți, procesul trece la etapa a șasea.

VII. Definirea parametrilor de lucru ai protecției când condițiile sunt modificate per unitate timp.

VIII. Comparatie între regimul de funcționare și selecția versiunii finale de protecție.

Rezultate ale produsului de program dezvoltat

Prin schimbarea parametrilor, împământarea anodică sau facilitățile protejate, există posibilitatea de a analiza și selecta compoziția de parametri adecvați ai protecției catodice. Aceasta se poate realiza printr-o analiză a simulării prin intermediul unui program. Prin aceasta, există posibilitatea de a analiza efectul cauzat de valorile schimbătoare ale parametrilor.

Atunci când se analizează anumiți parametri, restul rămân constanți. Panoul de lucru este depistat în figura 1.

secured grounds connections, calculation of the power supply [1, 2]. Based on those components the price of such a system can be discussed and also by updating the parameters considering the economic policy of the company .

In the following work is offered an algorithm in seven stages to carry out such a task :

I. Setting of an input data

II. Setting of specific factors for automatic selection

III. Entering the basic dependency and calculating the basic attributes

IV. Defining and estimating the basic technical parameters. If the needed secured values aren't achieved the estimating process begins again. But if those indicators are achieved then it continues to stage five [3].

V. Setting the system's average rate of work per an unit time [4].

VI. Assessing the technical and economic features. If there are unwanted economic parameters some of them have to be changed. When the wished for economic parameters are achieved the process continues to stage six.

VII. Defining the work parameters of the protection when the conditions are changed per an unit time.

VIII. Comparison between the work regime and selection of the final version of the protection.

Results of the developed program product

By changing parameters of the surroundings the anode grounding or the protected facilities there is the possibility of analyzing and selecting the adequate parameters composition of the cathodic protection. This can be accomplished by a simulation analysis by the means of a program. Through it there's the possibility of analyzing the effect caused by changing parameters' values.

When analyzing certain parameters, the rest remain constant. The working panel of the program is depicted in figure 1.

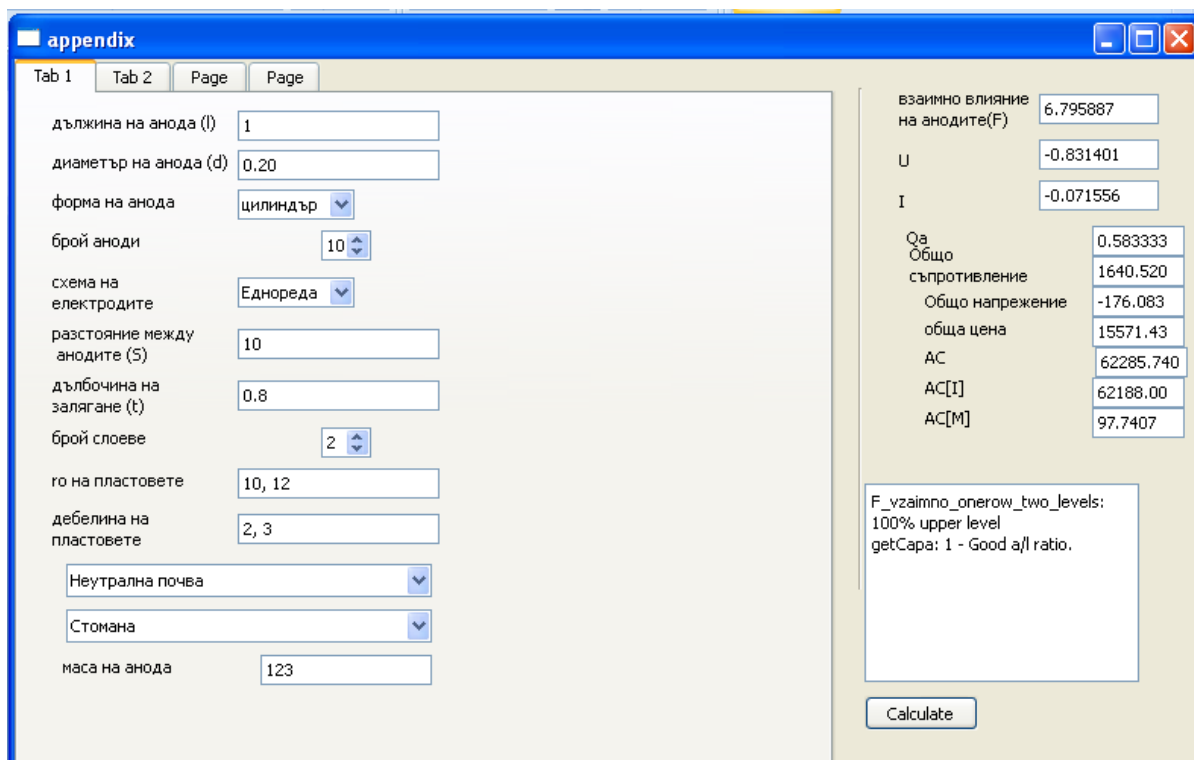


Figura 1 – Panoul de lucru al programului

Figure 1 – Working Panel of the program

În funcție de sol, electricitatea necesară poate fi specificată și următoarele valori sunt obținute când se folosesc doi anozii. Într-un sistem alcătuit din mai mult de doi anozii, valorile sunt diferite.

Depending on the soil, the electricity needed can be specified and the following values are obtained when two anodes are used. In a system consisting of more than two anodes the values are different.

Tabelul. Curentul pentru sol.

Table1. Current for soil.

soil	Current [A]
Neutral soil	0.091273A
Mold soil	0.234034 A
moist soil	0.397859 A
acidic soil	0.936138 A
sulfate containing soil	1.965889 A
warm soil	1.404207 A

fresh water	0.468069 A
tap fresh water	0.468069 A
seawater	1.404207 A

Când parametrii anozilor se modifică se produce o modificare a influenței lor reciproce și în rezistența scurgerii anodice [R]. Pentru rândurile cu o lungime infinită atunci când electricitatea rămâne neschimbată, rezistența și toți ceilalți parametri ai anodului este tipic ca creșterea lungimii anodului să ducă la creșterea rezistenței scurgerii anodice și influenței lor reciproce (fig.2).

Dacă lungimea, forma, materialul din care este făcut anodul, adâncimea stratului rămân la fel iar diametrul dispozitivului de împământare crește, atunci acele cantități scad (fig.3).

When the anodes' parameters are changed this leads to a change in their mutual influence and in the resistance of the anode's leakage [R]. For the lines with an infinite length when the electricity remains unchanged, the resistance and all other parameters of the anode is typical that increasing of the anode's length leads to increasing in the resistance of anode's leakage and their mutual influence (fig.2).

If the length, the shape, the material which the anode was made of, the depth of the laying remain the same and the diameter of the grounding device is increased then all those quantities decrease (fig.3).

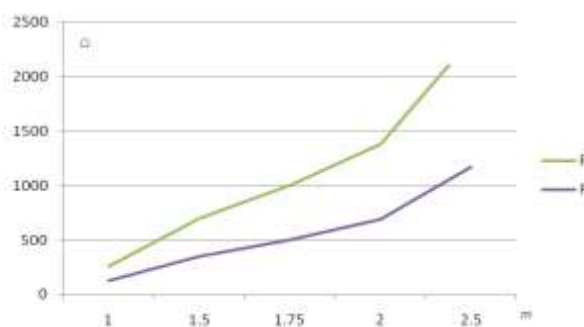


Figura 2 Schimbarea lungimii împământării anodice
Figure 2 Change in the length of the anodic grounding

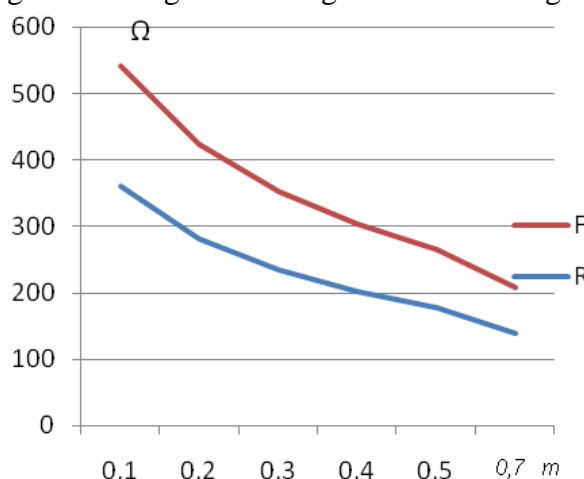


Figura 3 – Modificarea diametrului împământării anodice
Figure 3 – Change of the anodic grounding's diameter

În figura 4 sunt prezentate rezultatele când se calculează rezistența la scurgere, influența reciprocă a liniei infinite, cercul și linia finală dacă structura solului are cinci straturi. Această dependență este dedusă din valorile constante ale parametrilor anodici și facilității protejate.

On figure 4 there are depicted the results when calculating the leakage resistance, the mutual influence of the infinite line, circle and the final line if the structure of the soil is five-ply/layer. This dependency is deduced from the constant values of the anode's parameters and the protected facility.

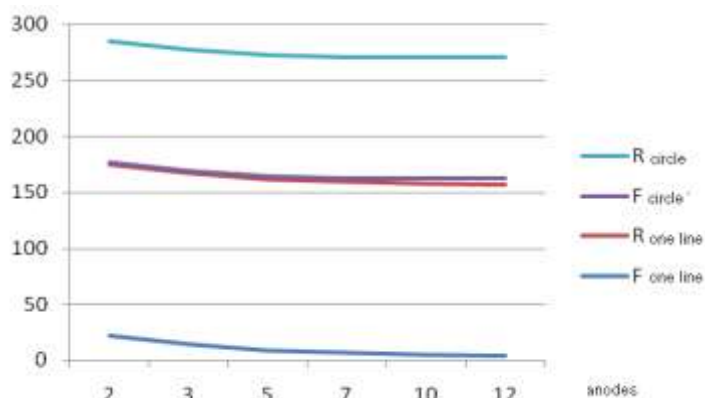


Figura 4. Aranjarea R și F la structura cu cinci niveluri și schema cu o linie și circulară de aranjare.

Figure 4. Arrangement of R and F when five-ply structure and single-lined and circular scheme of arrangement.

Când structura solului cu cinci straturi este comparată cu sistemul anodic în schema cu o singură linie sau linie cu lungime infinită, schema circulară sau cu o singură linie cu o linie finală, indică faptul că atunci când este un cerc, rezistența la scurgere are cea mai mare valoare și influența reciprocă devine mai mică odată cu creșterea numărului anozilor. Când se folosește o linie infinită, rezistența și interferența au valori scăzute și scad. De aceea este convenabil atunci când se proiectează sistemul de protecție catodică cu creșterea numărului de straturi și anodi să se aleagă o schemă cu o singură linie.

Aceeași tendință este observată la alți parametri ai împământării anodice și facilității.

Comparația diametrului anodului când se folosește proiectarea cu o singură linie este indicată în figura 5. Această caracteristică indică numai schimbarea diametrului și fiecare alt parametru rămâne neschimbat.

When the five-ply soil structure is compared with the anode system in single line scheme or line with an infinite length, circle or single-line scheme with a final line it shows that when it is a circle the leakage resistance has its highest value and the mutual influence become smaller with the increasing of the anodes' number. When is used an infinite line the resistance and the interference have low values and decrease. That's why it is convenient when designing the cathodic protection system with the increasing of the number of layers and the anodes to choose a single line scheme.

The same tendency is observed in other parameters of the anodic grounding and the facility.

The comparison of the diameter of the anode when single line design is used is shown in figure 5. This characteristic shows only the change in the diameter and every other parameter remains unchanged.

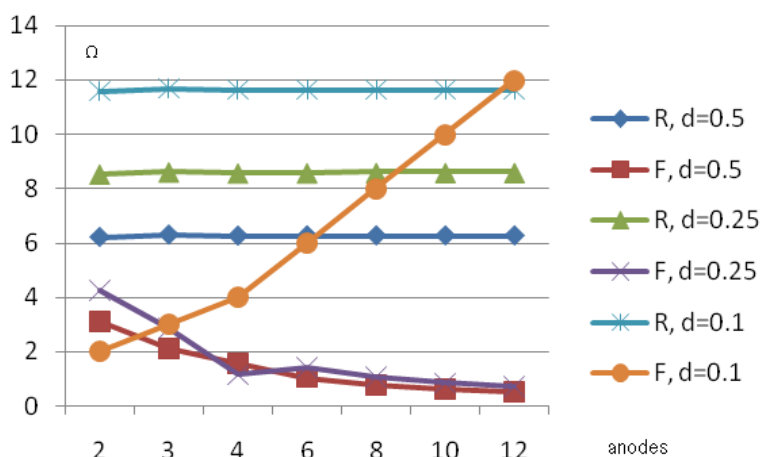


Figura. 5. Influența diametrului în schema cu o singură linie de anodi.
 Figure. 5. Diameter's influence in single-lined scheme of the anodes.

Dacă diametrul împământării crește, atunci rezistența la scurgere a anodului scade. Când numărul de anodi crește, atunci rezistența scade. Interferența anozilor scade de asemenea, dar scăderea valorii dimaetrului devine mai mare. Dacă numărul de anodi crește, interferența dintre aceștia cu excepția anozilor subțiri acolo unde există o tendință opusă. De asemenea rezistența la scurgere a acelor anodi are cea mai mare valoare ceea ce duce la o valoare a electricității sigure mai mari. Aceasta duce la costuri energetice crescute. La urma urmei, diametrul anodului nu trebuie să fie mult mai mic decât lungimea dacă există un număr mare de anodi în circuitul electric.

În figura 6 se arată modificarea rezistenței scurgerii prin creșterea lungimii anodului și numărul este mic, dar reduce influența reciprocă. Cea mai mare reducere a influenței reciproce în anodul mai scurt pentru a le crește numărul. Atunci când se proiectează sistemul de protecție catodică mai eficient din punct de vedere al costurilor pentru a pune anozii mai lungi din cauza rezistenței la scurgere este mai scăzută și deci costul de întreținere și costurile energetice vor fi mai scăzute.

În figura 7 se arată tendința de a modifica R și F unde există o schimbare în lungimea

If the grounding's diameter is increasing then the leakage resistance of the anode decreases. When the number of the anodes is increased then the resistance decreases. The interference of the anodes decreases too but the decrease in the diameter's value the change becomes greater. If the number of the anodes increases the interference between them decreases except the thin anodes where there's the opposite tendency. Also the leakage resistance of those anodes has the highest value which results in a higher secure electricity value. This leads to increased energy cost. After all, the anode's diameter should not be much smaller than the length if there are great number anodes in the electric circuit.

In figure 6 it is shown the change of resistance of leakage by increasing the length of the anode and the number is low, but reduces mutual influence. The greatest reduction of mutual influence in the shorter anode to increase their number. When designing the cathodic protection system more cost-effective to put longer anodes because of their leakage resistance is lower and hence the cost of maintenance and energy costs will be lower.

In figure 7 it is shown the tendency to change of R and F when there's a change in

anozilor într-o linie și un cerc, iar ceilalți parametri rămân neschimbați. Rezistența la scurgere scade mai repede decât în comparația cu aceea a ordinului cu o singură linie al diagramei unde numărul anozilor crește. Spre deosebire de diagrama cu o singură linie, interferența este mai mult decât rezistența la scurgere iar valorile sale cresc odată cu numărul anozilor.

anodes' length in a one line and a circle design and the other parameters remain unchanged. The leakage resistance decreases much faster than in comparison with that of a single-lined order of the diagram when the anodes' number is increased. Unlike the single-lined diagram the interference is much more than the leakage resistance and its values increase with the number of the anodes.

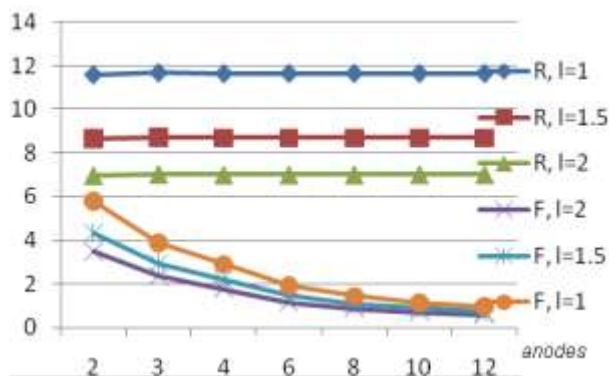


Figura 6. Schema cu o singură linie, modificarea lungimii și numărului anozilor.
Figure 6. Single-lined scheme, change in the length and the number of the anodes.

De fapt, valorile care sunt atribuite R și F în diagrama circulară sunt mai mici decât cele ale diagramei cu o singură linie a ordinului anozilor așa cum se indică în figura 8.

Actually the values that stand for R and F in circular diagram are lower than those of single-lined diagram of the anodes' order as it shows on figure 8.

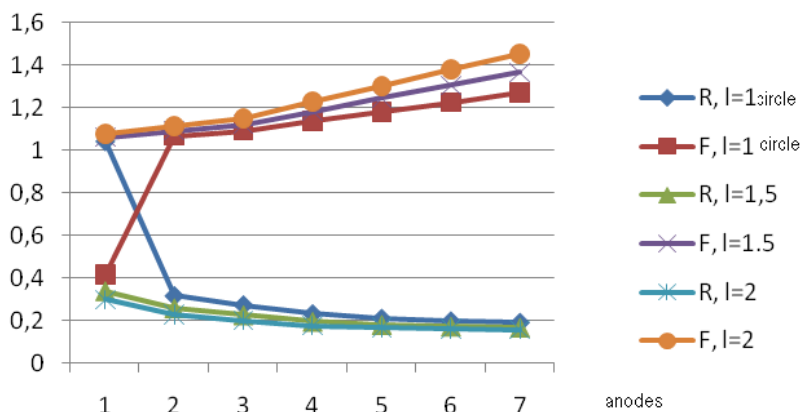


Figura 7. Schema circulară de aranjare a anozilor, modificarea lungimii și numărului anozilor.

Figure 7. Circular scheme of arrangement of the anodes, change in the length and the number of the anodes.

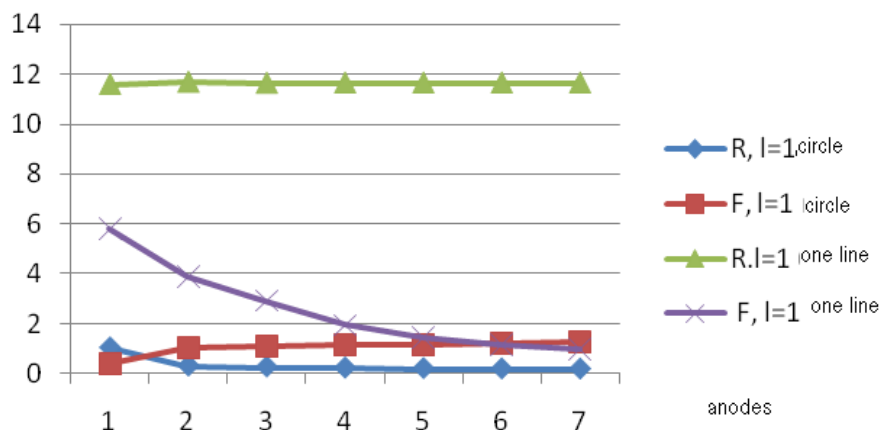


Figura 8. Schema cu o singură linie și circulară a aranjării anozilor.
Figure 8. Single-lined and circular scheme of arrangement of the anodes.

Numărul de straturi ale solului nu influențează rezistența la scurgere a anodului și interferența. La solul cu mai multe straturi contează stratul care are cea mai scăzută valoare a rezistenței specifice care duce la valori mai mari ale rezistenței la scurgere ale anodului și interferenței. De asemenea, în stratul cu rezistență specifică mai mică, viața anodului se scurtează. De aceea atunci când parametrii împământărilor în sistemul de protecție catodică sunt calculați, este bine să se țină seama de stratul cu valoarea rezistenței specifice cea mai scăzută (tabelul 2).

The number of the soil's layers doesn't influence the leakage resistance of the anode and interference. When its multilayer soil it matters the layer that has the lowest value of - specific resistivity which leads to higher values of leakage resistance of the anode and interference. Also in the layer with lower specific resistivity the life of the anode shortens. That's why when the parameters of the groundings in the cathodic protection system are being calculated is a good thing to consider the layer with the lowest specific resistivity value (table2).

Tabelul 2.
Table2.

Soil's layer	R	F
5	44.7	-5.588
4	26.853	-3.35
3	344	-43
2	74	-9.253
1	0.883	2.661

In figura 9 se arată că reducerea diametrului conductei de protecție scade rezistența obișnuită a circuitului și și rezistența la ieșire. Simularea se face cu aceleași valori ale

In figure 9 it is shown that reducing the protective construction's pipe diameter lower's the common resistance of the circuit and the outgoing resistance. The

anozilor și celorlalte elemente ale circuitului de rezistență. De asemenea prin creșterea valorii diametrului, celelalte valori scad.

simulation is made with the same values of the anodes and the other elements of the resistance circuit. Also by increasing the diameter value those other values decrease.

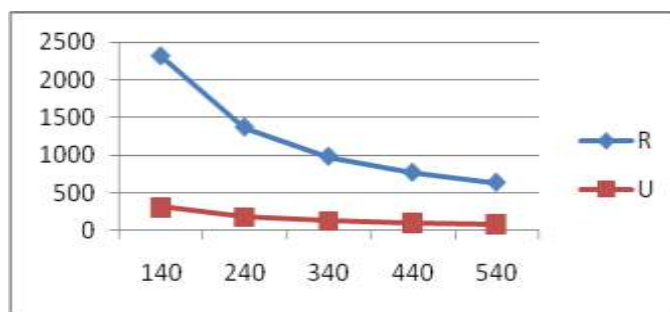


Figura 9. Reducerea gabaritului conductei.
Figure 9. Reducing of the pipe's gauge.

Calcularea parametrilor economici este una dintre ultimele etape atunci când se proiectează parametri de protecție. Exemplul de mai jos se referă la conexiunea dintre instalația nucleară și prețul de capital în cazul unei valori actualizate a cheltuielilor de coroziune. Exemplul ilustrează o perioadă de douăzeci și cinci de ani [1,5].

Calculating the economic parameters is one of the last stages when designing the parameters of the protection. The example given below is about the connection between nuclear power plant and the price of the capital when updated value of the expenses of the corrosion. Example illustrates a period of twenty five years [1,5].

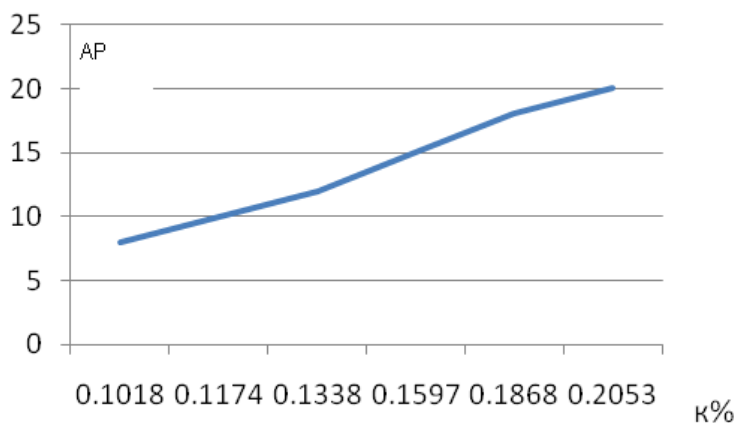


Figure 10. Annuity price for 25 years

CONCLUZIE

Prin acest algoritm dezvoltat și program oferim o metodă automată de examinare a parametrilor tehnici și economici ai protecției catodice.

Dacă există un sistem de funcționare care să

CONCLUSION

By this developed algorithm and a program we offer automatic method for examining the technical and economical parameters of the cathodic protection.

If there is functioning system that can

atingă nivelul de coroziune din comunicațiile subterane, software creat poate fi folosit pentru modificarea parametrilor stației catodice în timp real.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Yili Radev, Economia afacerilor și administrarea financiară: aplicații pentru resursele minerale și energetice, “St Ivan Rilski”, 2007.
- [2] Dr J. Dawson, Bruce K., Dr D. G. John, Evaluarea riscului de coroziune și siguranța pentru facilitățile de prelucrare din străinătate, Capcis Limited for the health and Safety Executive, Capcis House 1 Echo Street, Manchester, United Kingdom, 1999
- [3] A.G. Fuller, "Rezistența la coroziune a conductei de fontă flexibile", BCIRA Report 1442, 1981
- [4] F.L. LaQue, " Rezistența la coroziune a fontei flexibile", in “Coroziunea Conductelor de Fontă Flexibilă”, Editat de Michael J. Szeliga, NACE International, 1995
- [5] J. Mailliard, "Acoperirea externă cu rășini sintetice pentru protecția conductelor de fontă flexibilă îngropate ", Lucrările celei de 6-a Conferințe Internaționale despre Protecția internă și externă a conductelor, Nisa, Franța, Noiembrie 1985, Lucrarea F1

attend to level of corrosion in the underground communications the created software can be used for a change in the parameters of the cathodic station in real time.

REFERENCES

- [1] Yili Radev, Business economics and financial management: applications for mineral and energy resources, “St Ivan Rilski”, 2007.
- [2] Dr J. Dawson, Bruce K., Dr D. G. John, Corrosion risk assessment and safety management for offshore processing facilities, Capcis Limited for the health and Safety Executive, Capcis House 1 Echo Street, Manchester, United Kingdom, 1999
- [3] A.G. Fuller, "Corrosion resistance of Ductile Iron Pipe", BCIRA Report 1442, 1981
- [4] F.L. LaQue, "The Corrosion Resistance of Ductile Iron", in “Corrosion of Ductile Corrosion of Ductile Iron Piping”, Edited by Michael J. Szeliga, NACE International, 1995
- [5] J. Mailliard, "Polyurethane Resin Base External Coating for the Protection of Buried Ductile Iron Mains", Proceedings of the 6th International Conference on the Internal and External protection of Pipes, Nice, France, November 1985, Paper F1