



STOCHASTICKÝ ASPEKT V OPERATÍVNOM PLÁNOVANÍ ÚDRŽBY DISTRIBUČNÝCH SIETÍ

THE STOCHASTIC ASPECT IN THE MAINTAINANCE OPERATIVE PLANNING OF THE DISTRIBUTION NETWORKS

Dušan Malindžák¹, Lubomír Tomaš², Peter Dubas¹

¹ ÚLPA D, Faculty of BERG, TU Košice, Park Komenského 14, 042 00 Košice, SR,

e-mail: dusan.malindzak@tuke.sk

² SPP – d, a.s. Bratislava, SR

Abstrakt: Článok sa zaobrá návrhom modelu operatívneho plánovania údržby pre podniky zabezpečujúce distribúciu spojitych médií v prostredí SR. Obsahuje teoretický rozbor problematiky údržby zameraný na určenie cieľov a systému riadenia údržby. V náväznosti na teoretickú časť článku je rozpracovaný návrh modelu operatívneho plánovania údržby. V ďalšej časti článku je aplikovaný multikriteriálny proces rozhodovania výberu údržbárskych činností do operatívneho plánu, ktorý vyúsťuje do procesného algoritmu stanovenia priorít údržbárskych činností, ktorý je uvedený v záverečnej časti článku.

Kľúčové slová: údržba, plánovanie, operatívny plán, multikriteriálne rozhodovanie, heuristika

Abstract: The article deals with the design of the model of operative planning of maintainance for enterprises which insure the distribution of continuous media in SR. It includes theoretical analysis of maintainance that is focused on the determination of objectives and maintainance system management. Following the theoretical part of the article it is developed the design of the model of maintainance operative planning. In the next part of the article is applied multicriterion process of decision making for the selection of maintenance activities to the operative plan that results in a procedural algorithm deriving preferences of maintenance activities that is in the final part of the article.

Key words: maintainance, planning, operative plan, multicriterion decision making, heuristics

1 ÚVOD

Problematika návrhu vhodnej koncepcie operatívneho plánovania údržbárskych činností predstavuje základ pre efektívne operatívne riadenie. V praxi existuje celá rada metód zameraných hlavne na operatívne plánovanie výroby. Pri riešení problematiky údržby sa stretávame s problémom, že dané metódy nevedú vzhľadom k ich špecifickej povahе k úspešnému využitiu v oblasti operatívneho plánovania údržby. Prihliadnúc k tejto skutočnosti je k riešeniu danej problematiky využitý jediný vhodný spôsob pre dané podmienky a to heuristiký prístup.

Podľa nových odhadov všetky hospodárske subjekty v hospodársky vyspelých krajinách vynakladajú cca. 10% národného dôchodku na údržbu. Pri hľadaní úspor nákladov sa v procese údržby kladie často veľký dôraz na efektívne operatívne plánovanie. Vhodné organizovanie týchto činností má priamy vplyv nielen na technicky bezpečnú a spoľahlivú prevádzku daných zariadení, ale tiež nepriamo na výšku ich prevádzkových nákladov.[1]

Vypracovaná metodika je určená v podniku pre prvostupňový manažment údržby, ktorý je priamo poverený zostavovaním plánov z objemu prác stanovených ročným plánom a tiež z operatívnej evidencie nahlásených a zistených porúch.

Pri riešení modelu operatívneho plánovania údržby je potrebné vždy zohľadniť a definovať:

- sformulovanie základných teoretických poznatkov o údržbe, jej cieľoch, metódach, stratégiah a tiež systéme jej riadenia,
- analyzovanie súčasného stavu údržby sledovanej spoločnosti, procesov jej plánovania a operatívneho riadenia,

1 INTRODUCTION

The issue of the design of suitable conception of maintenance activities operative planning is the basis for effective operational management. In practise, there are a large number of methods that are aimed primarily at the operational planning of production. By solution of the issue we deal with a problem, that the given methods do not give rise to successful utilization in the field of maintenance operative planning in view of their specific nature. Taking account of this fact, it is utilized the only appropriate method for given conditions, namely heuristic approach.

According to new estimates, all economic subjects in economically developed countries spend approx. 10 % of national income on maintenance. In search of cost saving in maintenance process it puts great accent on effective operational planning. Appropriate organization of these activities has a direct impact not only on the technically safe and reliable operation of devices, but also indirectly on the amount of their operating costs. [1]

Developed methodology is addressed in the enterprise for the first-stage maintenance management, which is directly responsible for the assembly of planes from the volume of work which are defined by annual plan and from the operative evidence of reported and detected faults.

By the solution of maintenance operative planning it is always necessary to take into account and define:

- formulation of basic theoretical knowledges of maintenance, about its objectives, methods, strategies and about the system of its management, too.
- analyzing of the current state of monitored enterprise maintenance, processes of its planning and operative management,

- definovanie nedostatkov súčasného spôsobu operatívneho plánovania,
- navrhnutie vhodného systému a periody operatívneho plánovania,
- pridelenie kompetencií pre zmenové riadenie súvisiace s dodatočnou úpravou plánu,
- definovanie kritérií pre stanovenie priorit jednotlivých činností operatívneho plánu údržby (multikriteriálne rozhodovanie),
- zostavenie návrhu a algoritmov metodiky tvorby týždenných operatívnych plánov,
- aplikovanie postupu a vytvorenie konkrétnego operatívneho plánu (podoba Excel tabuľky), ktorý bude jasne odpovedať na otázky typu čo? kedy? kde? a kto?,
- organizačné a ekonomicke zhodnotenie prínosov navrhovaného postupu plánovania.

Ciele riadenia údržby - definujeme podľa normy STN EN 13306 ako ciele stanovené a prijaté pre údržbárske činnosti, pričom môžu predstavovať napr. použiteľnosť, znižovanie nákladov, kvalitu produktu, ochranu environmentu, bezpečnosť a pod.[2]

Všeobecné ciele údržby vyplývajú z definície, t.j. zo zachovania funkčnosti a schopnosti podniku plniť potreby zákazníkov v trhovom prostredí. Požiadavky trhového prostredia sa majú plniť pri minimalizácii nákladov a pri zachovaní kvality, termínu, ceny a bezporuchovosti dodávok. Údržba má z tohto pohľadu prispievať k zachovaniu trhovej hodnoty HIM alebo NIM, ktorého hodnota sa časom mení. Rozsah činností údržby zasahuje všetky stránky podniku. Je preto reálne vnímať ciele údržby z viacerých hľadišť.

- definition of shortcomings of the current way of operative planning,
- design of suitable system and operative planning period,
- allocation of responsibilities for the change management associated with additional plan modification,
- definition of criteria for determination of priorities for some activities of maintenance operative planning (multi-criteria decision making),
- formation of proposal and algorithms for the methodology of weekly operative planes creation
- application of the progress and creation of concrete operative plan (similar to Excel tables), that will clearly answer on the questions like what? when? where? and who?,
- organizational and economic assessment of the benefits of the proposal planning process.

Targets of maintainance management – we define by the norm STN EN 13306 as the objectives established and adopted for maintenance activities, whereby they may present for example usability, cost reduction, product quality, environmental protection, safety etc. [2]

The general objectives of maintainance result from the definition, i.e. by maintenance the functionality and capabilities to meet the consumers needs in the market environment. The requirements of the market environment meet by minimalization of costs and by preservation of quality, date, price and reliability of supplies. From this view the maintainance is due to contribute to preservation of HIM or NIM market value, the value of which fluctuates over time. The scope of maintainance activities interferes in all aspects of enterprise. Therefore it is real to perceive the objectives of maintainance from several aspects.

Humanitné ciele
<ul style="list-style-type: none"> ▪ zabránenie poškodzovaniu životného prostredia a vylúčenie humánnych rizík, ▪ zabezpečenie bezpečnosti technických zariadení a bezpečnosti pri práci, ▪ dodržiavanie platnej legislatívy SR a vytváranie podmienok pre preberanie Smerníc Rady Európy pri zohľadnení európskych nariem vyhlášok a odporúčaní.
Hospodárske ciele
<ul style="list-style-type: none"> ▪ vylúčenie prerušenia plynulosti prevádzky v dôsledku negatívneho javu, napr. havárie, poruchy, nehody a úrazu, ▪ realizovanie činností údržby pred vznikom negatívneho javu a tým zabránenie vzniku jeho dôsledku, prípadne jeho minimalizáciu, t.j. ovládanie a riadenia technického rizika, ▪ dosiahnutie plánovanej technickej životnosti technologických zariadení, ▪ efektívne využívania interných údržbárskych kapacít.
Taktické ciele
<ul style="list-style-type: none"> ▪ vytvorenie podmienok pre zlepšovanie činnosti prevádzky z hľadiska ekológie a bezpečnosti práce, pri globálnej optimalizácii nákladov na údržbu, ▪ zavedenie jednotného systému využívania dokumentácie v činnosti údržby a vytvorenie podmienok pre spracovanie analýz, modelovanie, expertíz a prognóz, ▪ strategické dosiahnutie procesu nulových strát (resp. prestojov z titulu porúch) a zavedenie systému sledovania úspor z optimalizácie údržby, ▪ zabezpečenie vedomostnej základne o údržbárskej činnosti a rozšírenie využívania systému tímovej práce na riešenie úloh a problémov.
Obr.1 Prehľad cieľov údržby
Human objectives
<ul style="list-style-type: none"> ▪ prevention of environment degradation and elimination of human risks, ▪ ensure the safety of technical equipment and safety at work, ▪ compliance of current legislative of the SR and creating conditions for transporting the Directives of the Council of Europe, taking into account of European standards, regulations and recommendations.
Economic objectives
<ul style="list-style-type: none"> ▪ elimination of smoothness of operation in the result of negative event, for example accidents, disturbances, injury, ▪ execution of maintainance activity before the negative event creation and by that prevention of the creation of its results, eventually its minimization, i.e. control and management of technical risk, ▪ achievement of the planned technical lifetime of technological devices, ▪ efficient use of internal maintainance capabilities.
Tactical objectives
<ul style="list-style-type: none"> ▪ creation of conditions for improving traffic operations in terms of ecology and safety at work, by the global optimizing of maintainance costs, ▪ establishment of an uniform system of documentation use in the maintainance activities and creation of conditions for the process of analysis, modeling, expertises and forecastings, ▪ strategic achievement of the process of zero losses (or downtime from the title of defects) and introduction of the system of savings monitoring from optimization of maintainance, ▪ provision of knowledge base for maintainance activity and extension of the use of teamwork for solution of tasks and problems.

Fig. 1 Overview of the objectives of maintenance

Charakter zabezpečovania uvedených cieľov údržby nie je rovnaký pre všetky podniky. Dôraznosť a priorita plnenia týchto cieľov závisí od konkrétnych podmienok a predmetu činnosti, ktorým sa podnik zaoberá. Napríklad v plynárenstve, kde môžu dôsledky porúch zapríčiniť až výbuch alebo usmrtenie ľudí, musí byť údržba zameraná jednoznačne na plnenie bezpečnej a spoľahlivej prevádzky plynárenskej distribučnej siete. Tento cieľ môžeme označiť ako primárny, resp. strategický, ktorému sa musia podriadiť všetky ostatné - sekundárne ciele. Najvýznamnejším sekundárnym cieľom údržby je zabezpečenie hospodárnej, resp. ekonomickej efektívnej údržby. Plnenie tohto cieľa sa premietá do nákladov a zisku celej firmy.

Všeobecne by optimalizácia nákladov vynaložených na proces údržby mala byť realizovaná nasledovnými procesmi:

- prejsť na proces údržby s minimom klasických stredných opráv a generálnych opráv, a tieto vykonávať v spojení s modernizáciou a rekonštrukciou,
- pripraviť a zrealizovať integrovaný informačný systém riadenia údržby na podporu optimálneho systému riadenia údržby,
- trvalé zvyšovať odbornosť pracovníkov údržby a ich optimálne využívanie,
- presunúť hlavnú náplň údržby do preventívnej činnosti a riadenej údržby,
- postupne zaviesť a zvyšovať používanie diagnostiky a monitoringu,
- vykonávať podrobne sledovania nákladov na činnosť údržby,
- zaviesť efektívne plánovanie operatívnych zásahov údržby.[3]

Character of the maintenance goals performance is not the same for all enterprises. Stoutness and priority of these goals fulfilling depend on concrete conditions and subject of activity. For example in gas industry, where incident of maintenance can cause explosion or killing, the maintenance must be expressly focused on the fulfilling of safe and reliable operation of gas distributive network. We can mark this goal as primary, or strategic, whom all other – secondary targets have to conform. Assurance of economical, or economically effective maintenance is the most significant secondary goal of maintenance. The fulfilling of this goal reflects to costs and profit of the complex enterprise.

In general, the optimization of maintenance costs should be realized by these processes:

- go to the maintenance process with minimum classic middle repairs and general repairs and perform in the connection with modernization and reconstruction.
- prepare and realize integrated information system of maintenance control for support of optimal system of maintenance control,
- perpetually increase the qualification of workers in maintenance and their optimal utilization,
- relocate the main scope of maintenance to the preventive activity and controlled maintenance,
- progressively introduce and increase diagnostics and monitoring utilization,
- perform detailed monitoring of costs to the maintenance activities,
- introduce effective planning of operative maintenance intervention.[3]

2 NÁVRH MODELU OPERATÍVNEHO RIADENIA ÚDRŽBY

Riadenie údržby je zabezpečované plánovaním a operatívnym riadením procesov spojených so zaistením prevádzky, t.j. riadenie činností spojených s vlastnou údržbou, opravami, modernizáciou, rekonštrukciami a servisom.

2.1 Operatívne plánovanie údržby v spoločnostiach zabezpečujúcich distribúciu spojitych médií

Operatívne plánovanie údržby predstavuje zostavovanie plánov s časovou períodou jedného dňa. Pri zostavovaní konkrétnych denných plánov údržbárskych činností sa kombinujú plánované úkony, ktoré je potrebné v určených intervaloch splniť s neplánovanými činnosťami, ktoré vyplývajú z priebežného hodnotenia technického stavu, z analýz údajov diagnostiky a tiež zo záznamov nahlásených porúch.

Operatívne plánovanie teda vychádza z troch základných zdrojov a to z:

1. Ročného plánu údržby, ktorý obsahuje v určitých cykloch stanovené plánované preventívne a korektívne úkony dané zákonom, normami alebo stanovené deduktívne technickým manažmentom rizík.

2. Priebežného hodnotenia stavu plynárenských zariadení indexmi HTS a BS, ktoré posudzujú technický stav (HTS), bezpečnosť a spoľahlivosť (BS) podľa viacerých kritérií. Na základe zhoršených hodnôt vyčíslených indexov môžu byť následne plynárenské zariadenia zaradené do operatívneho plánu údržby.

3. Operatívnej evidencie zistených porúch a únikov, ktoré boli evidované pri preventívnej údržbe a tiež porúch a únikov nahlásených zákazníkmi, napr. prostredníctvom poruchovej linky.

2 DESIGN OF THE MODEL OF OPERATIONAL MANAGEMENT MAINTAINANCE

The maintenance management is provided by planning and operational management of processes associated with the assurance of operation, i.e. management of activities associated with the own maintenance, repairs, modernization, reconstruction and service.

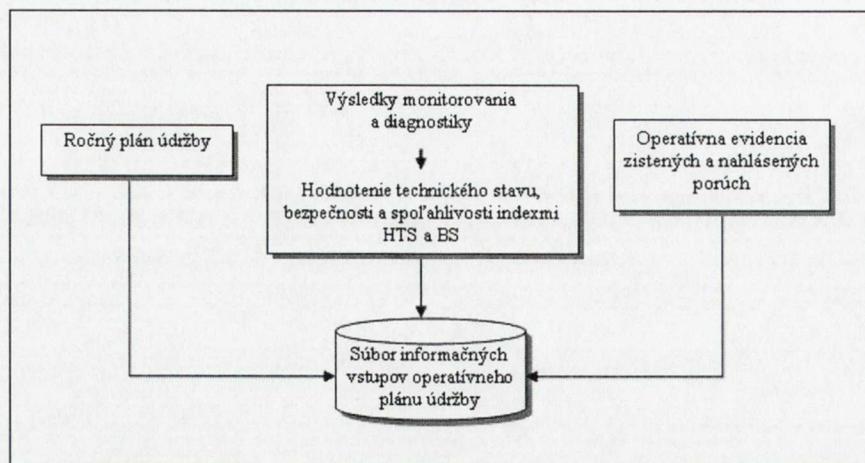
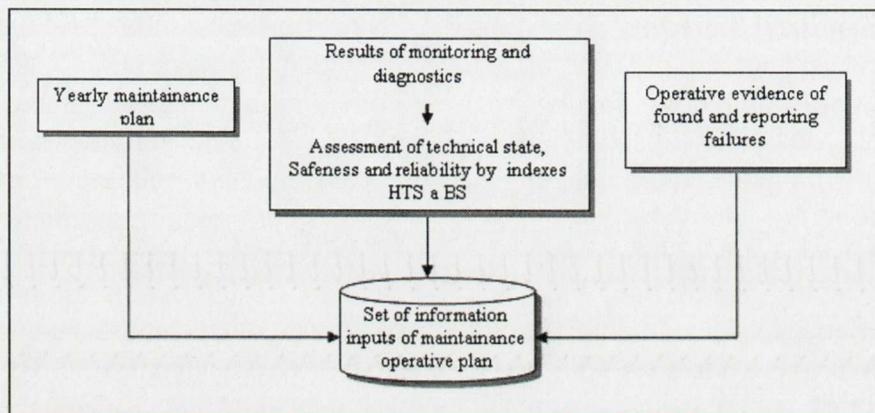
2.1 Operative planning of maintenance in companies for distribution of continuous media

Operative planning of maintenance is a compilation of plans with time period of one day. Planned activities are combined by concrete daily planes of maintenance activities formation and which are needed to fulfill in set interval with unplanned activities, which result from continuous assessment of technical state, from data analysis, diagnostics and from reports of reporting failures, too. Operative planning issues from three main sources, namely from:

1. Annual plan of maintenance, which contains in certain cycles defined planned preventive and corrective actions which are specified by law, standards or they are defined illative by technical risks management.

2. Continuous assessment of the state of gas devices by HTS and BS indexes, which assess the technical state (HTS), safeness and reliability (BS) by multiple criteria. On the basis of exacerbated values of qualification indexes, gas devices can be integrated to the operative plan of maintainance,

3. Operative evidence of determined failure and escapes which were filed by preventive maintainance and also failure and escape reporting by consumers, for example through breakdown line.

*Obr. 2 Základné informačné zdroje operatívneho plánovania**Fig. 2 Basic information sources of operative planning*

Objem neplánovanej údržby vykonávanej až po poruche zariadení predstavuje v podnikoch zabezpečujúcich distribúciu spojitéhých médií hodnotu do 20% z celkového objemu údržby. Podiel plánovanej (preventívnej) a neplánovanej (nahlásené alebo zistené poruchy) údržby je z hľadiska času rôzny, v priemere je to 80/20.

Tvorbou denných plánov sa spresňujú úlohy pre pracovné skupiny a jednotlivcov na najnižších stupňoch riadenia v rámci jednotlivých odborov, stredísk a oddelení údržby. Pri realizácii plánov je potrebná koordinácia s útvarmi v oblasti obstarávania pre uskutočnenie potrebných výkonov (zásobovanie, doprava a pod.).

The volume of unplanned maintenance which is performed after failure of devices, forms the value by 20% from total volume of maintainance in the enterprises for distribution of continuous media. The part of planned (preventive) and unplanned (reported or ascertained) maintainance is different on the part of time, it is 80/20 at average.

Creation of daily planes puts more precisely the activities for working groups and for individuals on the minimum level of control within the frame of several unions, departments and maintainance divisions. By planes realization it is needed the coordination with organizations in the field of acquisition for realization of needed performance (supply, transport, etc.).

Denné plány sú posledným stupňom rozhodovania o budúcej údržbe v rámci hierarchie cieľov podniku.

2.1.1 Plánovanie údržby - tvorba ročných plánov

V systéme plánovania údržby spojitych médií sa v prevažnej mieri stretávame s trojstupňovou sústavou plánov, ktorú tvoria:

1. Dlhodobé plány údržby (sú zostavované pre obdobia viac ako jeden rok),
2. Ročné plány údržby s postupným rozpisom prác na jednotlivé mesiace,
3. Denné operatívne, realizačné plány.

Pri strategickom plánovaní a zostavovaní konkrétnych ročných plánov údržby sa väčšinou využívajú podpory informačných systémov. Tie v sebe integrujú všetky technicko-ekonomicke informácie (napr. AWM - SAP PM) a geopriestorové údaje (napr. AWM - GIS) potrebné pre proces plánovania údržby. Základnou vlastnosťou systému je jednotná databáza poskytujúca rýchly informačný výstup pre plánovanie modernizácie, rekonštrukcie a opráv zariadení.

Výsledkom plánovania vrcholového manažmentu je ročný plán výkonov údržbárskych činností, ktorý sa vytvára vždy na začiatku nového roka. Obsahuje kvalitatívne (druhy údržby), kvantitatívne (množstvá výkonov), priestorové (miesto údržby) a tiež časové (ich trvanie) požiadavky tak, aby ich bolo možné plniť podľa reálnych možností vlastných údržbárskych zdrojov. Pre potreby krytie neplánovaných údržbárskych zásahov sú v rámci ročného plánu údržby vyčlenené určité finančné rezervy.

Ročný plán je delený na jednotlivé mesiace, v rámci ktorých sa tiež vyhodnocuje ich plnenie.

Daily planes are the last level of decision about the future maintenance within the hierarchy of enterprise objectives.

2.1.1 Maintenance planning - creation of annual planes

In the system of continuous media maintenance planning mostly it is three-stage planes system, which are:

1. Long-time maintenance planes (they are compiled for periods more than one year),
2. Annual maintenance planes with gradual breakdown of the work on individual months,
3. Daily operative, realization planes.

By strategic planning and concrete yearly maintenance planes formation it is used the support of information system. It integrates all technoeconomic information (for AWM - SAP PM) and geo-spatial data (for example AWM - GIS) which are needed for the maintenance planning process. The basic property of the system is uniform database which provides fast informative output for planning of modernization, reconstruction and repairs of devices.

The result of top management planning is yearly plan of maintenance activities performance, which is generated always at the beginning of the new year. It contains qualitative (type of maintenance), quantitative (a number of performance), spatial (the place of maintenance) and also time (duration) demands so, that it is possible to fulfill by real possibilities of own maintenance sources. For the need of unplanned maintenance interference coverage reserve budget is selected within the frame of yearly plan of maintenance.

The annual plan is divided into individual months, within which their performance is also evaluated.

Z hľadiska činností tento plán obsahuje:

- pravidelné cyklické činnosti technickej kontroly (rôzne typy kontrol a meraní, napr. kontroly tesnosti...),
- preventívne činnosti údržby (odborné prehliadky a skúšky, bežné a malé opravy zariadení),
- stredné a väčšie opravy v oblasti obnovy a modernizácie (oprava technologických objektov a pod.).

Konkrétna podoba plánu pre potreby operatívneho riadenia údržby musí byť dostupná pre každú organizačnú jednotku (ktorej sa týka), napr. pomocou softvérovej aplikácie. Je dôležité tiež povedať, že podoba ročného plánu sa neustále spresňuje a obmieňa podľa aktuálneho hodnotenia technického stavu a bezpečnosti zariadení.

From the aspect of activities this plan includes:

- Regular cycle activities of technical inspection (different types of control and measurements, for example tightness control...),
- Preventive maintenance activities (special inspections and tests, routine and minor repairs of equipments),
- Medium and major repairs in the field of renovation and modernization (repair of technological objects etc.).

The specific form of plan for the demand of operative management of maintainance must be available for each organizational unit (which relates to), for example by the help of software application. It is also important to say that the form of annual plan puts more precisely for ever and it modifies by actual assessment of technical condition and safeness of equipments.

2.1.2 Hodnotenie technického stavu a bezpečnosti siete indexmi HTS a BS

Metodika hodnotenia technického stavu a bezpečnosti predstavuje systém multikriteriálneho hodnotenia zariadení. Jednotlivé kritéria a podkritéria (technického alebo ekonomickej charakteru) sú váhovo ohodnotené podľa ich vplyvu na celkový technický stav (HTS), alebo bezpečnosť a spoľahlivosť (BS) siete. Podkladom pre aktuálne hodnotenie sú dlhodobo sledované vybrané položky dokladované v operatívnej evidencii.

Konkrétnne hodnoty indexov HTS a BS sú získané po bodovom ohodnotení kritérií a podkritérií v konkrétnom čase. Podľa ich hodnôt sú sledované zariadenia priebežne zatriedené do troch údržbových pásiem:

2.1.2 Assessment of technical condition and safeness of the network by the indexes HTS a BS

The methodology for assessment of technical condition and safeness presents the system of multi-criteria assessment of equipments. Each criteria and sub-criteria (technical or economic nature) are rated according to the weight of their impact on the overall technical state (HTS), or safeness and reliability of the network (BS). Long-scheduled selected items evidenced in the operative records are the basis of actual assessment.

Concrete values of indexes HTS and BS are obtained after criteria and subcriteria items up in the concrete time. By their values monitored devices are classed from time to time to three maintenance zones:

C Pre zariadenia nevykazujúce žiadne poruchy. Vykonáva sa iba základná údržba a kontrola v zmysle zákonov, vyhlášok a noriem.

B Pre zariadenia so zhoršenou spoľahlivosťou. Zvyšuje sa cykličnosť kontrol, sprísňuje sa režim diagnostikovania a merania, zariadenia sú zaradené do výhľadového plánu rekonštrukcií.

A Pre zariadenia s vysokým vekom a relatívou spoľahlivosťou. Je daná maximálna frekvencia kontrol, najprisnejší režim merania, zariadenia sú zaradené do plánu mimoriadnych rekonštrukcií.

Za vypracovanie plánov údržby v súlade s hodnotením technického stavu (HTS), bezpečnosti a spoľahlivosti (BS) sú v rámci podnikov zodpovední v prevažnej miere vedúci prevádzok.

2.1.3 Monitorovanie a operatívna evidencia údržby

Operatívne riadenie údržby v spoločnostiach zabezpečujúcich distribúciu spojitych médií musí zabezpečiť okrem už uvádzaných činností aj zber informácií o poruchovosti zariadení. Tento zber môže byť podľa charakteru meraných údajov zabezpečovaný ručne, do vopred pripravených formulárov, alebo automaticky, pomocou rôznych snímačov a detektorov. Zaznamenávaním výsledkov správ z vyhodnotenia diagnostických kontrol, odborných prehliadok a skúšok a pod., sa zabezpečuje vedenie aktuálnej technicko-prevádzkovej dokumentácie. Tá je vedená a zaznamenávaná tiež elektronicky do softvérového modulu, napr. SAP. Pri zistených poruchách, resp. únikoch z hľadiska podzemnej lokalizácie aj do systému GIS.

C For devices without failures. It is exercised only basic maintainance and control in terms of laws, notices and standards

B For devices with compromised reliability. It increases the cyclicity of controls, it tightens up the regime of diagnosing and measuring, devices are classified into the development plan of reconstruction.

A For devices with high age and relative reliability. It is given maximum frequency of controls, the most stringent system of measurement, devices are integrated to the planes of extraordinary reconstruction.

Operating managers are charged with responsibility for development of maintainance planes in accordance with evaluation of technical state (HTS), safety and reliability (BS).

2.1.3 Monitoring and operative evidence of maintainance

Maintainance operative managemet in enterprises for distribution of continuous media must ensure except for aforesaid activities the collection of information about fault rate of devices, too.

By the character of measured data this collection can be provision manually, to before prepared blank forms, or automatically, by the help of various sensors and detectors.

The administration of actual technical-operative documentation is provision from the results of reports from evaluation of diagnostic control, specialized checking and tests and so on. This is controlled and recorded electronically to software modul, for example SAP. By found failures, or emission from the aspect of underground localization, to system GIS, too.

Operatívna evidencia plní úlohu späťnej väzby celého operatívneho riadenia. Využívanie jej aktuálnych údajov má priamu náväznosť na proces operatívneho plánovania.

2.2 Definovanie nedostatkov súčasného spôsobu operatívneho plánovania

Z hľadiska analýzy systému riadenia údržby v súčasných podnikoch vidíme ako hlavný nedostatok operatívneho plánovania absenciu jednej úrovne plánovania, ktorá by dokázala vo väčšom časovom odstupe reagovať na zmeny v požiadavkách údržby.

Súčasné denné plánovanie údržby neposkytuje operatívnemu manažmentu dostatočný stupeň voľnosti potrebný pre reguláciu daných odchýliek. Plánovanie týmto spôsobom nezohľadňuje dlhodobejší vývoj údržby, neodstraňuje neurčitosť budúceho stavu a neposkytuje tak z hľadiska predikcie odhad dlhší ako jeden deň. V dôsledku tohto nedostatku často dochádza k skokovitým zmenám v plnení daných mesačných plánov údržby. Súčasné denné plánovanie predstavuje veľmi dynamickú záležitosť, je namáhavé z hľadiska svojej častoty a kladie zbytočne vysoké nároky na operačný manažment. Kontrola denných plánov nie je taktiež z hľadiska mesačných kontrol plnenia údržby veľmi výhodná.

Ďalší nedostatok operatívneho plánovania vnímame v tom, že v analyzovanom prostredí viacerých podnikov nie je systematicky a účelne popísaná metodika, ktorá by jasne definovala postup pri vytváraní konkrétnych operatívnych plánov. Dané postupy vytvárania plánov sú doposiaľ realizované len na základe praktických skúseností plánovačov.

Operative evidence subserves the role of feedback of the complete operative management. The use of its actual data has direct continuity to the process of operative planning.

2.2 Definition of lacks of the current way of operative planning

On the part of maintainance management system analysis in the current enterprises we see as a major shortage of operative planning the absence of one level of planning, that would prove at greater lapse to respond to changes in maintainance requirements.

The currend daily maintainance planning does not provide to operative management adequate level of freedom that is necessary for regulation of the given deviations. Planning in this way does not make provision for longer-term development of maintainance, does not remove the uncertainty of future state and does not provide on the part of prediction estimate longer than one day. By this lack it results to jump changes in fulfilling of the given monthly planes of maintainance. The present daily planning is very dynamic mater, it is difficult on the part of its frequency and it sets uselessly high demands to operative management. The control of daily planes is not very favourable on the part of monthly controls of performance of maintainance.

The next absence of operative planning is in that in the analyzed environs of several enterprise the methodology, which defines clearly the progress by creation of concrete operative planes, is not described systematically and properly. Progresses of the planes creation are realized only on the base of practical skills of planners.

2.3 Aplikácia multikriteriálneho rozhodovania pre proces výberu údržbárskych činností do operatívneho plánu

Prvým krokom pri tvorbe týždenných operatívnych plánov je zhromaždenie požiadaviek na údržbu pre daný týždeň, vrátanie sklzov z predošlého obdobia a stanovenie priorít plnenia z hľadiska ich dôležitosti. Ako sme už spomenuli, pri operatívnom plánovaní údržby ide o kombináciu preventívnej a korektívnej údržby. Pre výber a stanovenie priorít jednotlivých činností údržby sme aplikovali proces multikriteriálneho rozhodovania. Pri riešení sme použili metódu zváženej sumy, v ktorej sme určili kritériá, podľa ktorých sa jednotlivo ohodnotili všetky základné činnosti údržby využívané v podnikoch zabezpečujúcich distribúciu spojitych médií.

Kritériá:

1. Cykličnosť - predstavuje faktor vyjadrujúci zákonný, alebo plánovaný cyklus realizácie danej činnosti. Všeobecne platí, že čím je cyklus danej činnosti častejší, tým vyššie bodové ohodnotenie musí v tomto kritériu získať. Ak daná činnosť nie je realizovaná v cykloch a plní sa len podľa zistenia (napr. korektíva), musí jej byť v tomto kritériu pridelená čo najvyššia hodnota.

2. Význam segmentu - ide o faktor, ktorý zohľadňuje významnosť určitého segmentu siete, ku ktorému sa daná činnosť vzťahuje. Pri údržbe platí, že najvyššiu významnosť majú segmenty s najvyššou prioritou významu.

3. Dosah na bezpečnosť a spoločnosť - tento faktor vysvetľuje o tom, aký má vplyv konkrétna činnosť údržby pre zaistenie bezpečnosti a plynulosť prevádzky distribučnej siete, ako aj jej znova nastolenia v prípade poruchy.

2.3 Application of multicriteria decision making for the process of maintenance activities selection to the operative plan

The first step by daily operative planes creation is assembly of demands on maintainance for the given week, including the delays from the previous period and determination of the priority of fulfilling on the part of its importance. As we reflected, by operative planes of maintainance it is a combination of preventive and corrective maintainance. We used the process of multicriteria decision making for the selection and determination of priorities for several activities of maintainance. By the solution we used the method of weighted sum, in which we determined criteria, by which all basic activities of maintainance exploited in enterprises for continuous media distribution evaluated individualy.

Criteria:

1. Cyclicity – it is a factor which presents statutory or planned cycle for given activity realization. Generally it is a deal, that the cycle of the given activity is more frequent, by it it has to get higher items up in this criterion. If the activity is not realized in cycles and it performs only by assignment (for example correction), it must be allocated to it at the highest value.

2. The importance of the segmet - it is a factor, which takes into account the significance of a network segment, on which the action relates. By maintainance it is in force that the highest significance has the segment with the highest priority of importance.

3. Impact on safety and reliability – this factor predicates about it, how it affects a specific maintainance activity to ensure safety and continuity of service distibution network, as well as re-establishing in the even of failure.

4. Náväznosť sekundárnych činností - predstavuje faktor vyjadrujúci potrebu ďalších úkonov pre realizáciu danej činnosti (napr. meraní po korekcii a pod.).

5. Personálno - kvalifikačná náročnosť - faktor určujúci kvantitatívne (personálne) a kvalitatívne (kvalifikačné) požiadavky pre posudzovanú činnosť údržby.

6. Časová limitnosť - je faktorom, ktorý určuje limitnú spotrebú pracovných normohodín pre realizovanie danej činnosti. Čím je prácnosť údržbárskej činnosti vyššia, tým vyššia musí byť aj bodová hodnota tohto faktora.

7. Ekonomická náročnosť - ide o faktor, ktorý zohľadňuje nákladovú náročnosť a materiálovo-technické požiadavky pre zabezpečenie údržbárskej činnosti.

8. Podmienenosť voči klimatickým vplyvom - jedná sa o faktor, ktorý vyjadruje, aký vplyv môžu mať poveternostné podmienky na možnosť realizácie hodnotenej činnosti.

V údržbe sú rôzne činnosti (ako napr. kontrola tesnosti plynovodov), ktoré sú priamo závislé od počasia. Po zvolení vyššie uvedených kritérií sme pre určenie ich adekvátnych váh aplikovali metódu poradia. Najdôležitejšiemu kritériu sa priradilo číslo n-1, druhému najdôležitejšiemu n-2 atď. Najmenej dôležité kritérium dostalo číslo 0. Tým sme získali maticu preferencií, v ktorej boli zahrnuté názory:

- názory zamestnanca manažmentu prevádzky jednotlivých sieti,
- názory zamestnanca prvostupňového manažmentu údržby,
- názory zamestnanca „majstra“ údržby,
- a taktiež naše názory.

4. Sequence of secondary activities – it is the factor which expresses the need of the next activities for given activity realization (for example measuring after correction and so on).

5. Personnel – qualification fastidiousness – factor which defines quantitative (personnel) and qualitative (qualification) demands for assess activity of maintainance.

6. Time limit – it is a factor, which defines limit usage of working standard hours for realization of this activity. If the work expenditure of maintenance activity is higher, the point value of this factor must be higher too.

7. Economic fastidiousness – it is a factor, which makes provision for expense fastidiousness and material-technical demands for maintenance activity support.

8. Conditionality to climatic influences – it is a factor, which expresses what the influence climatic conditions have to the possibility of activity realization.

There are various acitivities in maintainance (for example control of the tightness of gas lines), which are directly weather dependent. After the choosing of aforesaid criteria, we used the method of sequence for establishing of their adequate weight. The most important criterion has the number n-1, the second has n-2 etc. The least important criterion has the number 0. By this method we obtained/get the matrix of preferences, which contains these opinions:

- opinions of employee of the management of particular networks operation
- opinions of employee of the first-stage management of maintainance,
- opinions of employee of maintainance „master“,
- and also our preferences.

Ked'že dané hodnotenie obsahovalo aj naše názory, môžeme povedať, že išlo o určité pseudo-expertné ocenenie hodnotiacich kritérií. Každému hodnotiacemu kritériu F_i pre $i = 1, 2, \dots, 8$ sme vyčíslil súčet poradových čísel p_i , ktoré mu boli pridelené účastníkmi hodnotenia. Váhu každého hodnotiaceho kritéria sme potom vyčíslili podľa vzťahu:

$$W_i = \frac{p_i}{\sum_{i=1}^8 p_i} = \frac{\sum_{j=1}^4 p_{ij}}{\sum_{i=1}^8 \sum_{j=1}^4 p_{ij}}$$

$j = 1, 2, \dots, 4$ pričom platí, že

$$\sum_{i=1}^8 W_i = 1$$

K bodovému ohodneniu jednotlivých činností údržby (podľa zvolených kritérií s už vypočítanými váhami) sme určili kardinálnu mieru - hodnotenie v rozmedzí 0 až 10. Pri problémoch pridelovania bodov posudzovaným činnostiam sme využili služby viacerých expertov z podnikov zaobrajúcich sa distribúciou spojitych médií v rámci „východu“ územia SR. Bodové ohodnenie bolo vykonané maximalizačnou formou, t.j. čím väčšia bodová hodnota, tým mal daný faktor vyššiu dôležitosť medzi hodnotami toho istého faktora u rôznych činnostiach.

Výsledným celkovým hodnotením danej činnosti údržby bolo získané ako suma bodových ohodnení kritérií k_i vynásobených ich váhami W_i .

Ako príklad bola hodnotená plynárenské spoločnosť, ku ktorej sme vyšpecifikovali podobné typy činnosti údržby z ostatných podnikov, kde bolo celkovo týmto spôsobom ohodnotených 79 základných činností údržby. Z hľadiska získaného ohodnenia boli tieto činnosti rozdelené do troch skupín. Štatisticky sú tieto skupiny znázornené nasledujúcim obrázkom.

Because this valuation obtains our preferences, too, we can say that it was some pseudo-expert appreciation of ranking criteria. For each ranking criterion F_i for $i = 1, 2, \dots, 8$ we calculated the sum of sequential numbers p_i , which was rationed to this criterion by participant of valuation. After we calculated the weight of each ranking criterion by the relation:

$$W_i = \frac{p_i}{\sum_{i=1}^8 p_i} = \frac{\sum_{j=1}^4 p_{ij}}{\sum_{i=1}^8 \sum_{j=1}^4 p_{ij}}$$

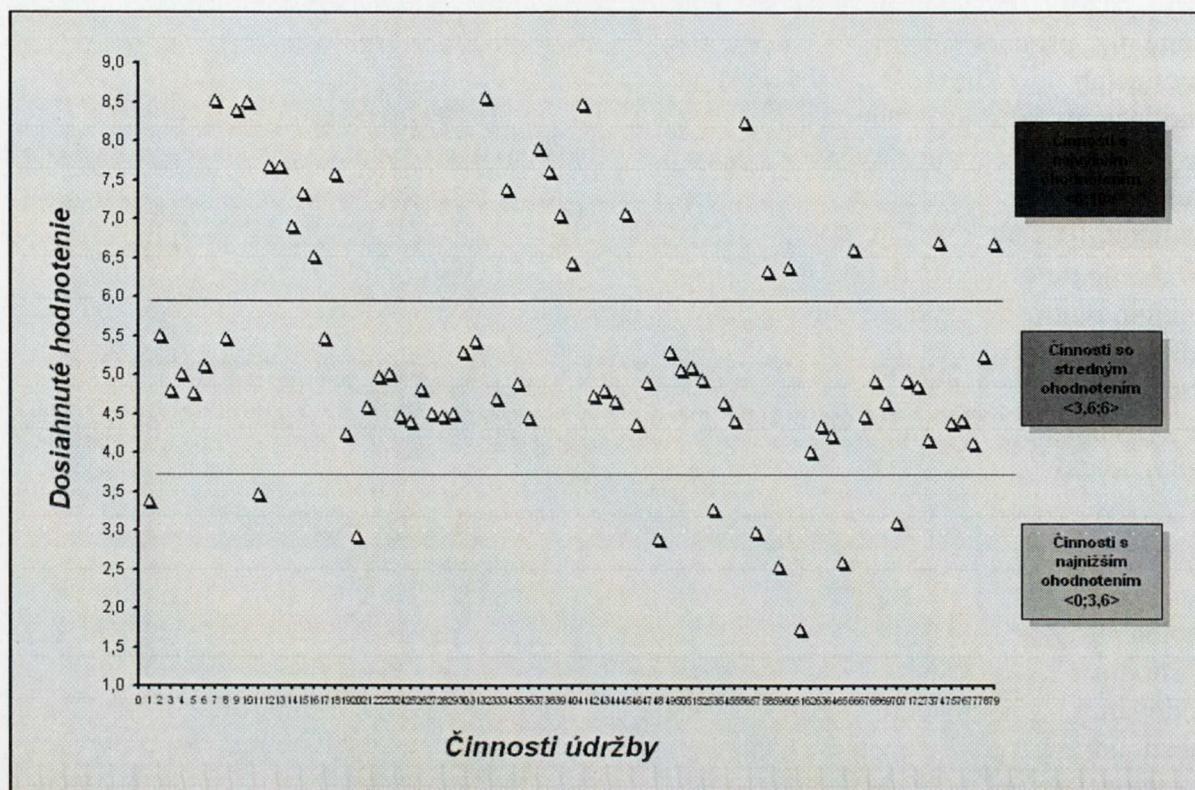
$j = 1, 2, \dots, 4$ whereby

$$\sum_{i=1}^8 W_i = 1$$

We determined cardinal rate – assessment within the range of 0 until 10 to items up of maintainance activities (by elected criteria with calculated weight). By the problems od points allocation to assess activities we used services of several experts from enterprises which are concerned with distribution of continuous media within the frame of „east“ of SR. Items up was performed by maximization form, i.e. the bigger pointed value, by it the given factor has higher importance among values of the same factor by different activities.

The final overall assessment of this activity was obtained as a sum of items up of criteria k_i multiplied by their weight W_i .

As an example it was appreciated the gas enterprise, to which we specify the similar types of maintainance activities for the other enterprise and by this method it was appreciated 79 basic activities of maintainance. On the part of obtained evaluation these activities were classified into three groups. Statistically it is visible in the next figure.



Obr. 3 Štatistické znázornenie ohodnotenia činností údržby (vlastný zdroj)

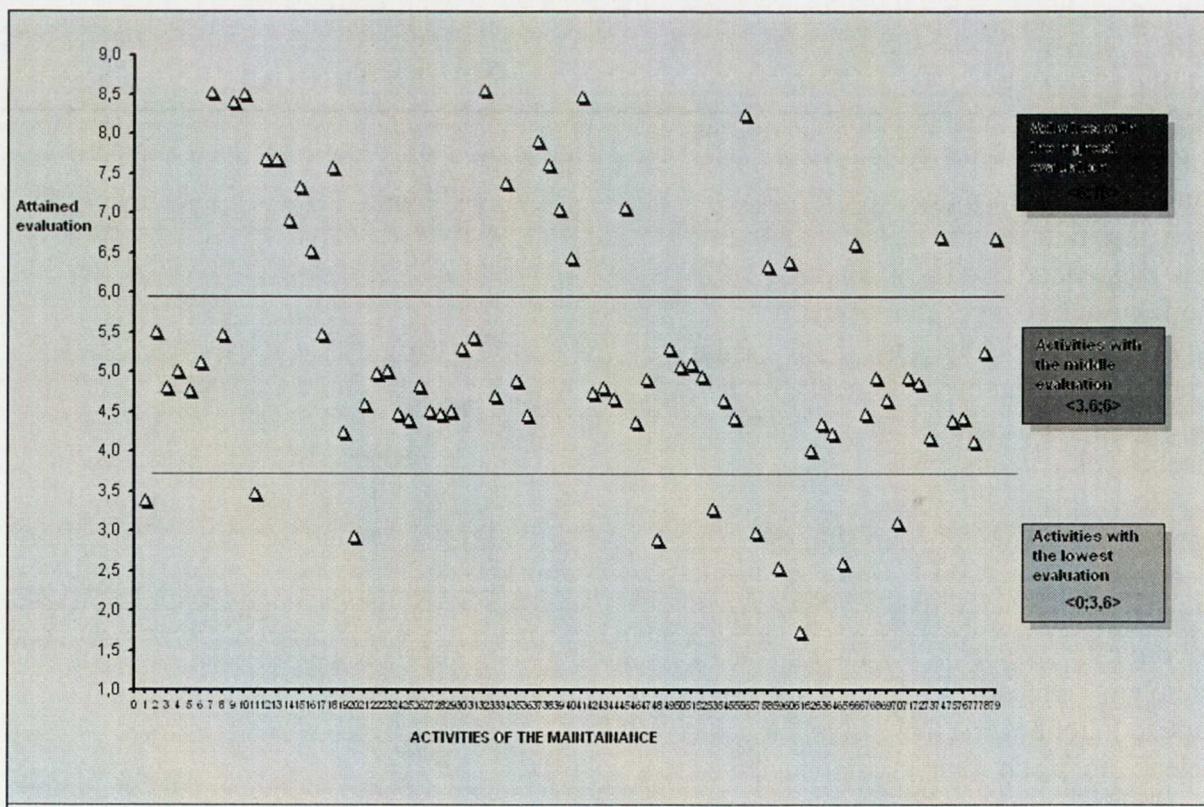


Fig. 3 Statistic illustration of maintainance activities evaluation (self source)

Pre proces operatívneho plánovania údržby z toho vyplýva vyčlenenie činností do troch podmnožín, podľa priorit ich plnenia.

For the process of maintainance operative planning this implies severance of activities by three subsets, by priority of fulfilling.

Činnosti s najvyšším ohodnotením (A)	Činnosti údržby, ktoré <u>musia</u> byť okamžite zaradené do týždenného operatívneho plánu ako prioritné. (23 činnosti)
Činnosti so stredným ohodnotením (B)	Činnosti údržby, ktoré <u>môžu</u> byť zaradené do daného týždenného plánu. Ich vykonanie môže byť presunuté aj do nasledovného týždňa. Ich realizácia sa vyžaduje do obdobia daného mesiaca. (46 činností)
Činnosti s najnižším ohodnotením (C)	Činnosti údržby, ktoré z nejakého dôvodu <u>chceme</u> zaradiť do týždenného plánu. Ich vykonanie môže byť presunuté aj do nasledujúceho mesiaca. (10 činností)

Obr. 4 Rozdelenie činností údržby

Activities with the highest evaluation (A)	Maintainance activities, which must be immediately classified do the daily operative plan as a preferred (23 activities)
Activities with middle evaluation (B)	Maintainance activities, which can be classified do the daily plan. Their performance can be moved also to the next week. Their realization demands by the period of given month. (46 activities)
Activities with the lowest evaluation (C)	Maintainance activities, which from some reason we want to classified do daily plan. Their realization can be moved also to the next. (10 activities)

Fig. 4 Distribution of maintenance activities

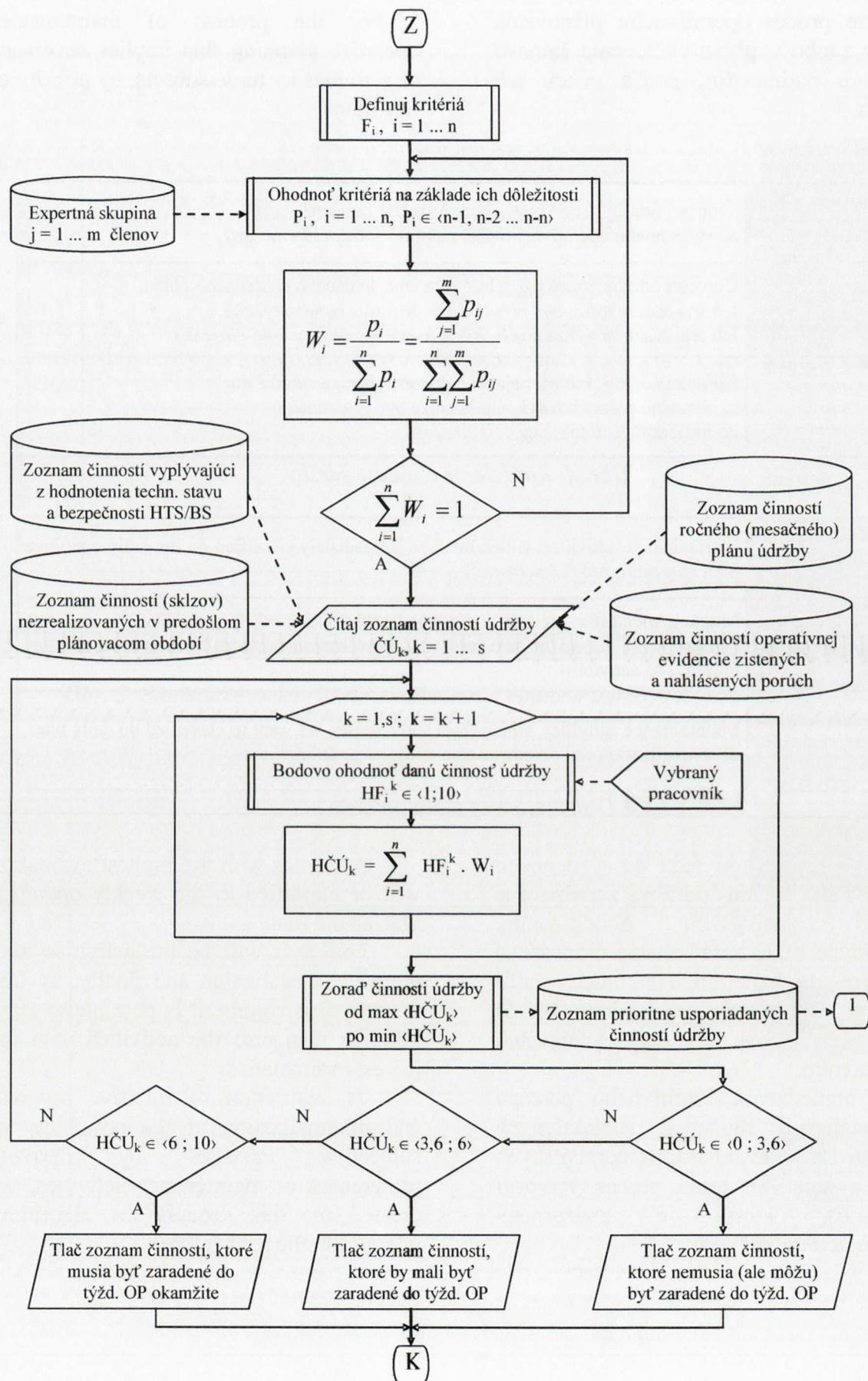
Ako prvé budú teda do týždenného operatívneho plánu údržby zaradzované činnosti s najvyšším ohodnotením. Nasledovne budú zaradzované činnosti so stredným ohodnotením a nakoniec, podľa voľných údržbárskych kapacít je možné do plánu zaradiť aj činnosti s najnižším ohodnotením.

K obmedzeniu intuitívneho postupu a minimalizácii možnosti subjektívnych chýb pri stanovovaní priorit údržbárskych činností, sme pre tento proces vytvorili algoritmus, ktorý je znázornený nasledujúcim obrázkom:

Activities with the highest evaluation will be classified to the weekly operative plan as the first.

Follow it will be the activities with the middle evaluation and finally, by free maintenance volume it is possible to class into the plan also the activities with the lowest evaluation.

To restriction of intuitive progress and minimalization of the possibility of subjective mistakes by deriving preferences of maintenance activities, we created for this process the algorithm, which is in the next figure.



Obr. 5 Procesný algoritmus stanovenia priorit údržbárskych činností (vlastný zdroj)

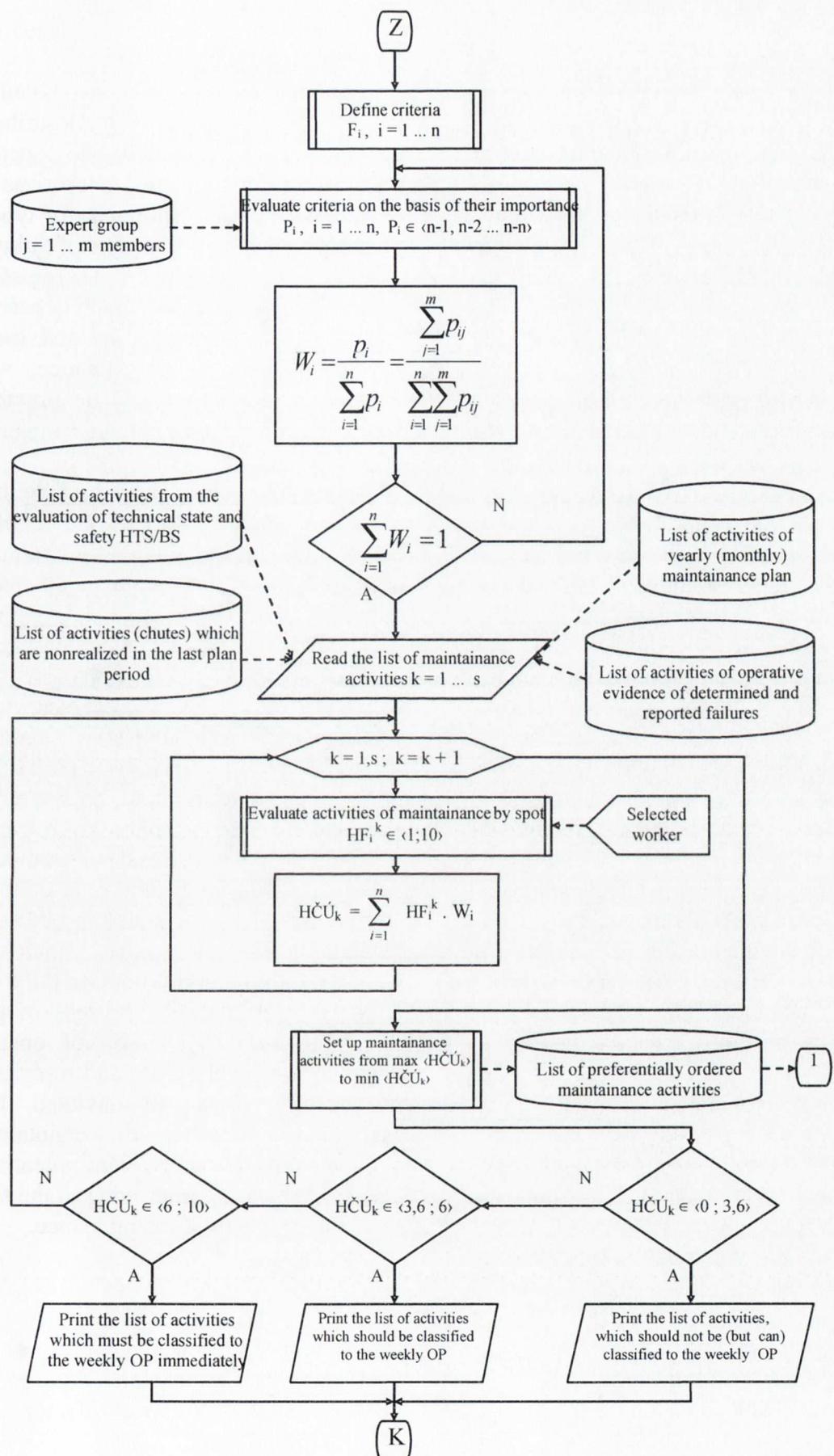


Fig. 5 Process algorithm for determination of maintenance activity priorities (self source)

3 ZÁVER

V tomto článku sme sa snažili popísať metodiku tvorby operatívneho plánovania údržby v podnikoch zaobrajúcich sa distribúciou spojitych médií, pre také typy procesov, kde je výskyt porúch stochasticky, ale nie jednoznačný. Ďalej je popísaný proces, ktorý pri činnostiach plánovanej- preventívnej údržby závisí od technického stavu zariadení, ktorý sa pri plánovaní na základe okamžitého stavu zariadenia prenáša do korektívneho, resp. do preventívneho spôsobu plánovania údržby.

Metodika popísaná v tomto článku zohľadňuje prioritu spoľahlivosti pred produktivitou (aplikovaná napr. v spoločnostiach hlavnej skupiny SPP). Prínos metodiky vidíme najmä v standardizácii rozhodovania pri vytváraní konkrétnych operatívnych plánov. Dopolň v podnikoch zaobrajúcich sa distribúciou spojitych médií štandardne neexistujú zavedené postupy, ktoré by systematicky a účelne popisovali metodiku pre vytváranie týždenných operatívnych plánov údržby. Okrem počítačov, rôznych zariadení pre zber a prenos informácií majú svoje významné miesto aj takto navrhnuté postupy plánovania, ktoré umožňujú s najmenšími nákladmi, čo najúčinnejšiu kontrolu procesu vytvárania daných plánov. Následkom nízkej úrovne operatívneho plánovania, nie sú dostatočne, alebo vôbec odhalované straty a rezervy. Vhodne zostavené postupy rozvrhovania údržbárskych činností predstavuje pre prvostupňový manažment údržby obrovský potenciál na zlepšovanie produktivity práce.

Popis premenných:

F_i - hodnotiaci faktor, kritérium

P_i - ohodnotená dôležitosť faktora

W_i - váha faktora

HF_i^k - bodové ohodnotenie k - tej činnosti údržby pre i - ty faktor

3 CONCLUSION

In this article we try to describe the methodology of maintainance operative planning formation in enterprises for continuous media distribution, for types of processes, when the frequency of failures is stochastic, but not explicit. Thereinafter it is described the process, which depends on technical state of devices by activities of planned preventive maintainance, which transfer to the corrective, or preventive way of maintainance planning by planning on the basis of immediate state of devices.

The methodology in this article makes provision for the priority of reliability before productivity (applied for example in enterprises of main group of SPP). We see contribution of this methodology mainly in standardization of decision making by concrete operative planes formation.

Standardly established processes, which systematically and advisably relate the methodology for daily maitainance operative planes formation, do not exist in enterprises for continuous media distribution, yet. Besides computers, various devices for information collection and transfer, this designed processes of planning have major place, which make possible with the minimum costs, the most effectual control of the process of given planes creation. By reason of operative planning low level, losses and reserves are not equally, or at all unveiled. Right assembled processes of maintainance activities scheduling are giant potential for labour productivity improving in the first – stage management of maintainance.

Description of variables:

F_i - ranking factor, criterion

P_i - appreciated importance of factor

W_i - weight of factor

HF_i^k - spot assessment of k activity of maintainance for i factor

HČÚ_k - celkové hodnotenie k- tej činnosti údržby
 ČÚ_k - činnosť údržby

Zoznam symbolov a skratiek:

OP - operatívne plánovanie, operatívny plán
 AWM - Asset and Work Management
 GIS - Geographic Information System
 HIM, NIM - hmotný investičný majetok, nehmotný investičný majetok.

HČÚ_k - overall assessment of k activity of maintainance
 ČÚ_k - activity of maintainance

List of symbols and abbreviations:

OP - operative planning, operative plan
 AWM - Asset and Work Management
 GIS - Geographic Information System
 HIM, NIM - corporeal fiscal assets, incorporeal fiscal assets.

Literatúra / References

- [1] Stuchlý, V. - Poprocký, R.: Nové trendy v údržbe [online]. [cit. 2009-03-13]. Dostupné na internete: <<http://www.strojarstvo.sk/inc/index.php?ln=SK&tl=3&tpl=archiv.php&ids=2&cislo=9/2000&idclan=57>>.
- [2] Pačaiová, H. : Riadenie údržby. Košice: TU-SjF, 2006. (cit. str. 19,27,31), ISBN 978-80-8073-751-1
- [3] Kolektív autorov: Špecifický modul I - Stratégia, organizácia a riadenie priemyselnej údržby [online]. Košice: Technická univerzita, 2002 [cit. 2009-02-08]. Dostupné na internete: <http://web.tuke.sk/imv_oced/Doc/SM1_slov.doc>.
- [4] Spišák, J. : Logistika obslužných procesov I-II. Košice: Es/Ams, 2006. ISBN 80-8073-356-2, ISBN 80-8073-502-6
- [5] Malindžák, D. a kol.: Teória logistiky. Košice: Karnat, 2007. ISBN 978-80-8073-893-8
- [6] Tomek, G. a kol.: Operativní řízení výroby. Praha: SNTL, 1990, ISBN 80-03-00499-3
- [7] Malindžák, D. - Takala, J.: Projektovanie logistických systémov (Teória a prax): Košice: Expres publicit, 2005. ISBN 80-8073-282-5

Recenzia/Review: prof. Ing. Vladimír Vodzinský, CSc.