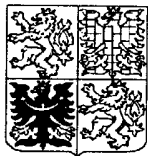


# PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

## 287 029

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: 1995 - 1932

(22) Přihlášeno: 15.10.1993

(30) Právo přednosti:  
27.01.1993 DE 1993/4302228

(40) Zveřejněno: 13.12.1995  
(Věstník č. 12/1995)

(47) Uděleno: 15.06.2000

(24) Oznámeno udělení ve Věstníku: 16.08.2000  
(Věstník č. 8/2000)

(86) PCT číslo: PCT/EP93/02846

(87) PCT číslo zveřejnění: WO 94/17640

(13) Druh dokumentu: B6

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>:  
H 04 Q 7/20

(73) Majitel patentu:  
DETECON, Bonn, DE;

(72) Původce vynálezu:  
Plehn Jürgen dr., Bonn, DE;

(74) Zástupce:  
Všetečka Miloš dr., Hálkova 2, Praha 2, 12000;

(54) Název vynálezu:

### **Způsob přidělování frekvencí základnovým stanicím komunikační sítě s mobilními radiotelekomunikačními zařízeními**

(57) Anotace:

Střídavě se provádějí pracovní kroky, při nichž se ve volicím kroku základnové stanice volí vždy jedna základnová stanice, ve volicím kroku frekvencí se volí vždy jedna frekvence, a po těchto volicích krocích následuje přidělovací krok, ve kterém se stanici přiděluje zvolená nejméně jedna frekvence, a sled kroků se cyklicky opakuje pro přidělování frekvencí každé ze základnových stanic, již se mají frekvence přidělovat. Před volicím krokem frekvence se ve zjišťovacím kroku zjišťuje pro každou z množiny frekvencí, které se mají ještě přidělovat, pravděpodobnost interference mezi každou z frekvencí pro přidělení a již existujícími stejnými frekvencemi v síti s mobilními radiotelekomunikačními zařízeními jako interference na sdílených kanálech, jakož i mezi každou z frekvencí pro přidělení s již existujícími sousedními frekvencemi v síti jako interference na sousedních kanálech. Při cyklické volbě a přidělování frekvencí stanicím se vždy nejprve ve volicím kroku stanice zvolí z množiny základnových stanic, kterým se mají přidělovat frekvence, podle prvního kritéria volby základnových stanic podmnožina základnových stanic, z níž se podle dalšího kritéria zvolí další podmnožina, a tento volicí krok se opakuje tak dlouhou, až podmnožina sestává pouze z jediné základnové stanice. Poté se ve volicím kroku frekvencí volí pro zvolenou základnovou stanici obdobně podle jednotlivých kritérií frekvence, která se

poté v přidělovacím kroku zvolené základnové stanici přiděluje, a sled volicích a přidělovacích kroků se provede pro všechny základnové stanice, kterým se mají přidělovat frekvence.

CZ 287029 B6

## Způsob přidělování frekvencí základnovým stanicím komunikační sítě s mobilními radiotelekomunikačními zařízeními

### 5 Oblast techniky

Vynález se týká způsobu přidělování frekvencí základnovým stanicím komunikační sítě s mobilními radiotelekomunikačními zařízeními, při kterém se vychází ze vstupních informací, obsahujících nejméně počet frekvencí, potřebných pro vždy jednu základnovou stanici, frekvence přípustné v síti s mobilními radiotelekomunikačními zařízeními, a informace o možných rušivých účincích mezi základnovými stanicemi v případě stejných a/nebo sousedních frekvencí, zjišťovaných ve zjišťovacím kroku.

### 15 Dosavadní stav techniky

U sítí s mobilními radiotelekomunikačními zařízeními jsou základnové stanice rozděleny po geografické oblasti, která má být pokryta radiotelekomunikační sítí. Základnové stanice zahrnují vysílací a přijímací zařízení, uzpůsobené k výměně zpráv s mobilními stanicemi, které se nacházejí v obslužné oblasti příslušné základnové stanice. Vzhledem k omezenému počtu frekvencí, které mohou být použity pro síť s mobilními radiotelekomunikačními zařízeními, nelze vyloučit, že při přidělování frekvencí dojde k přidělení shodných frekvencí různým základnovým stanicím, v důsledku čeho dochází k interferencím, jestliže jedna mobilní stanice přijímá signály stejné frekvence z více základnových stanic. Kromě toho nelze vyloučit interference těsně sousedících frekvencí. Kromě rušení interferencemi při příjmu signálů v mobilních stanicích ze základnových stanic (down-link) je třeba brát také ohled na interference při příjmu na základnových stanicích (up-link).

Přidělování frekvencí jednotlivým základnovým stanicím musí proto probíhat tak, aby byl zajištěn provoz sítě s mobilními radiotelekomunikačními zařízeními pokud možno bez interference. K tomu účelu jsou známy různé způsoby, u nichž jsou frekvence přidělovány základnovým stanicím jedné po druhé a při kterých jsou vyloučeny ty frekvence, které již byly přiděleny jiné základnové stanici, pokud pravděpodobnost interference mezi základnovou stanicí a jinou základnovou stanicí přesáhne předem určenou mez.

U způsobu známého ze spisu WO 90/10341 se sestavují pro jednotlivé frekvence po sobě vždy maximální skupiny základnových stanic, které ještě nedostaly žádnou frekvenci a které by vzhledem k nepřekročení minimálních požadavků stejnou frekvencí směly dostat. Výsledným cílem řešení je použití co nejmenšího počtu frekvencí.

Při dalším způsobu (A. Gamst: "A resource allocation technique for FDMA systems" v Alta Frekuensi, sv. LVII č.2), který je používán v počítačovém programu, známém pod označením GRAND, jsou pro jednotlivé frekvence po sobě vytvářeny vždy maximální skupiny ještě otevřených požadavků po frekvencích. Zde je také již zohledňován případ, že jedna základnová stanice potřebuje více než jednu frekvenci. Při stanovené frekvenci musí být všechny požadavky, shromážděné ve skupině, současně uspokojeny touto frekvencí, tj. zůstávají určité splněné minimální požadavky. Cílem způsobu je také zde, aby se použilo co možná nejméně frekvencí. Inteligentním určením minimálního počtu potřebných frekvencí dovoluje způsob dokonce kontrolu úspěšnosti splnění cíle minimalizace počtu frekvencí.

Ve zprávě GLOBECOM'85 (IEEE Global telecommunication Conference) je popsán způsob přidělování kanálů (frekvencí) buňkám (základnovým stanicím). Přidělování se provádí volbou buňky (základnové stanice) prostřednictvím kritéria výběru buňky. Vybrané buňce se prostřednictvím kritéria volby kanálu přidělí vhodný kanál. Podaří-li se tímto způsobem volby

jednoznačná volba vhodných buněk a/nebo kanálů, provádí se volba na principu náhodnosti nebo dochází k přidělování po skupinách, tj. každé ze zjištěných buněk je přidělován jeden kanál.

5 Je třeba brát v úvahu obvyklý cíl známých způsobů, kterým je minimalizace počtu použitých frekvencí. Provozovateli sítě s mobilními radiotelekomunikačními zařízeními je obvykle dovoleno použití stanoveného množství frekvencí. Ty se provozovatel snaží používat tak, aby byl zaručen provoz sítě s mobilními radiotelekomunikačními zařízeními pokud možno bez interferencí.

10 Známé způsoby trpí tím, že první frekvence jsou používány nadměrně často a poslední frekvence velmi zřídka. Dále jsou omezenou šířkou pohledu z hlediska interference (tj. zda je minimální požadavek splněn nebo není splněn) stanovována rozvržení frekvencí, která ztěžují provoz sítě s mobilními radiotelekomunikačními zařízeními stanovováním interferencí, kterým je třeba se vyhnout.

15 Vynález si proto klade za úkol vytvořit způsob přidělování frekvencí základnovým stanicím sítě s mobilními radiotelekomunikačními zařízeními, který by umožňoval rovnoměrnější použití spektra, které je k dispozici.

20

#### Podstata vynálezu

Uvedeného cíle je dosaženo podle vynálezu způsobem přidělování frekvencí základnovým stanicím komunikační sítě s mobilními radiotelekomunikačními zařízeními, při kterém se  
 25 vychází ze vstupních informací, obsahujících nejméně počet frekvencí, potřebných pro vždy jednu základnovou stanicí, frekvence přípustné v síti s mobilními radiotelekomunikačními zařízeními, a informace o možných rušivých účincích mezi základnovými stanicemi v případě stejných a/nebo sousedních frekvencí, zjišťovaných ve zjišťovacím kroku, jehož podstatou je, že se střídavě provádějí pracovní kroky, při nichž se ve volicím kroku základnové stanice volí vždy  
 30 jedna stanice, ve volicím kroku frekvencí se volí vždy jedna frekvence, a po těchto volicích krocích následuje přidělovací krok, ve kterém se základnové stanici přiděluje zvolená nejméně jedna frekvence, a sled kroků se cyklicky opakuje pro přidělování frekvencí každé ze základnových stanic, jimž se mají frekvence přidělovat, přičemž se před volicím krokem frekvence ve zjišťovacím kroku zjišťuje pro každou z množiny frekvencí, které se mají ještě přidělovat,  
 35 v terénu ve vztahu ke konkrétním stanovištím základnových stanic sítě s mobilními radiotelekomunikačními zařízeními, pravděpodobnost interference mezi každou z frekvencí pro přidělení a již existujícími stejnými frekvencemi v síti s mobilními radiotelekomunikačními zařízeními jako interference na sdílených kanálech, jakož i mezi každou z frekvencí pro přidělení s již existujícími sousedními frekvencemi v síti s mobilními radiotelekomunikačními zařízeními jako  
 40 interference na sousedních kanálech, přičemž při cyklické volbě a přidělování frekvencí základnovým stanicím se vždy nejprve ve volicím kroku stanice zvolí z množiny základnových stanic, kterým se mají přidělovat frekvence, podle prvního kritéria volby základnových stanic podmnožina základnových stanic, a z této podmnožiny, pokud obsahuje více než jednu základnovou stanicí, se zvolí podle dalšího kritéria volby základnových stanic další podmnožina, a tento  
 45 volicí krok se opakuje tak dlouho, až podmnožina sestává pouze z jediné základnové stanice, přičemž poté se ve volicím kroku frekvencí volí pro zvolenou základnovou stanicí podle prvního kritéria volby frekvence podmnožina frekvencí, načež se z této podmnožiny frekvencí, pokud obsahuje více než jednu frekvenci, volí podle dalšího kritéria volby frekvence další podmnožina, a tento volicí krok se opakuje, až podmnožina sestává z pouze jediné frekvence, a poté se  
 50 v přidělovacím kroku zvolené základnové stanici přiděluje nejméně jedna zvolená frekvence, a sled volicích a přidělovacích kroků se provede pro všechny základnové stanice, kterým se mají přidělovat frekvence.

Výhodou způsobu podle vynálezu je to, že frekvence jsou rozdělovány po síti s mobilními radiotelekomunikačními zařízeními značně rovnoměrně při zohledňování možných rušivých účinků mezi základnovými stanicemi, tj. po geografické oblasti. Pro popis rušivých účinků se hodí s výhodou pravděpodobnosti interference. Způsob podle vynálezu optimálně využívá kromě  
5 pravděpodobností interference dalších informací, které jsou k dispozici.

Zjišťování pravděpodobnosti interference je samo o sobě v podstatě známé a je popsáno ve výše uvedeném spisu WO 90/10341. Podle něj je pravděpodobnost interference ta část plochy obsluhované oblasti, pro niž je poměr užitečného signálu k rušivému signálu menší než předem  
10 daná hodnota. V dalším způsobu pro zjišťování pravděpodobnosti rušení může být plošný podíl ještě hodnocen pomocí velikosti provozu, připadající na plošný podíl.

Způsob podle vynálezu může být výhodně prováděn jako počítačový program a zpracovávat následující vstupní informace:  
15

1) Údaje o pravděpodobnosti interference na stejných kanálech, prvních sousedních kanálech, druhých sousedních kanálech (pro up-link nebo down-link nebo kombinaci obou typů spojení).

2) Údaj o frekvencích, které jsou v síti v zásadě přípustné.  
20

3) Následující údaje pro jednotlivé základnové stanice:

- a) počet potřebných frekvencí,
- b) frekvence, které jsou v daném místě nabízené,
- c) frekvence, které jsou v daném místě zakázané,
- 25 d) míra obtížnosti přidělování frekvence,
- e) provozní zatížení,
- f) vytížení (provozní zatížení vztažené ke kapacitě).

4) Pro stejný kanál, případ prvního sousedního kanálu atd., vždy maximálně tolerovatelnou pravděpodobnost interference a pod ní ležící práh, pod kterým pravděpodobnosti interference nejsou vůbec považovány za relevantní.  
30

5) Maximální počet průběhů přidělování frekvence.

6) Systémově specifické (např. GSM-specifické) přídavné výchozí údaje, jako odstupy kanálů kvůli vazebním vlastnostem vysílačů.  
35

Pod (1) a (4) jsou v tomto programu zapotřebí nejméně údaje pro jeden z případů (stejný kanál, první sousední kanál atd.). Dále je zapotřebí: (2), (3)(a) a (5). Vypuštěny mohou být (3)(b)(c) a (6). Jako standardní (default) hodnota mohou být nastaveny (3)(d) až (f).  
40

Způsob s výhodou končí, když mohla být naplněna v jednom průběhu potřeba frekvencí každé základnové stanice při dodržování vedlejších podmínek, nebo když byl proveden maximální počet průběhů přidělování frekvencí. V posledním případě může být výsledek způsobu popřípadě  
45 pouze dílčí řešení, na jehož základě se může uživatel nově orientovat, pokud jde o jeho vstupní data. Průběh přidělování sestává z řady jednotlivých přidělování, při kterém je vždy jedné základnové stanici přidělována frekvence.

Výsledek způsobu nakonec sestává ze seznamu, v němž jsou uvedeny frekvence, přiřazené jednotlivým základnovým stanicím. Kromě toho mohou být v seznamu obsaženy další údaje, jako například pravděpodobnosti interference, které existují po přidělení frekvencí, nebo volné frekvence, které mohou být v případě potřeby ještě udělovány.  
50

Ačkoliv v rámci vynálezu může být v zásadě zvoleno také jiné pořadí, ukázalo se jako výhodné, pokud se vždy volí nejprve základnová stanice a poté frekvence před tím zvolené základnové stanice.

5 Zlepšení způsobu podle vynálezu dále spočívá v tom, že se dále provede označení těch jednotlivých přidělení (frekvence k základnové stanici), které již nejsou přípustné v důsledku volby základnové stanice, a frekvence při zohledňování možných rušivých účinků, zejména maximálně přípustných pravděpodobností interference.

10 Při způsobu podle vynálezu dále může být postupováno tak, že jako první kritérium volby základnové stanice slouží maximální počet frekvencí, společně ještě přiřaditelných této základnové stanici, v poměru k počtu frekvencí, které ještě základnová stanice potřebuje.

15 Podle dalšího znaku vynálezu je volicí krok frekvencí založen na zhodnocování interferenční situace zvolené základnové stanice pomocí interferenční hodnotové funkce, která udává relevantní rušivé vztahy k sousedním základnovým stanicím, a ze seznamu přípustných frekvencí se vybere ta frekvence, při které je interferenční hodnotová funkce minimální.

20 Toto provedení vynálezu odstraňuje další nevýhodu známých způsobů, při kterých se z matice pravděpodobností interference odvozuje matice snášenlivosti, která obsahuje hodnoty pravděpodobnosti ve formě přesných údajů jako "přípustná" nebo "nepřípustná". Podle dalšího provedení vynálezu se naproti tomu v rámci předem daného hodnotového rozsahu použijí zjištěné interferenční vlastnosti. Přitom mohou být zanedbány hodnoty pravděpodobností interference, které leží pod hodnotovým rozsahem. Pravděpodobnosti interference nad hodnotovým rozsahem  
25 vedou k přísnému výchozímu určení "nepřípustná".

V rámci hodnotového rozsahu je přidělování v zásadě dovoleno. Je však bráno na zřetel, zda v důsledku ještě vysokých interferencí není přidělování nežádoucí. To mimo jiné vyvolává, že v přidělování frekvencí každá geografická dílčí oblast území, které má být obsluhováno frekvencemi, je obsluhována tak dobře, jak to jeho interferenční situace připouští.  
30

Při výpočtu interferenční hodnotové funkce se uvažují všechny dvojice A a B základnových stanic, pro které je alespoň jedna z obou pravděpodobností interference (v případě spojení downlink: rušení stanicí A v buňce stanice B, rušení stanicí B v buňce stanice A, v případě spojení uplink: rušení na stanicí A mobilní stanicí buňky B, rušení na stanicí B mobilní stanicí buňky A)  
35 v případě stejného kanálu nebo v případě sousedního kanálu nad odpovídající mezí oblasti, pro kterou je rušení relevantní.

40 Pro takovou dvojici A a B jsou samostatně hodnoceny oba vztahy "A ruší B" a "B ruší A". Tyto vztahy jsou nazývány relevantní vztahy rušení. Kupříkladu pro "B ruší A" se zkouší frekvence, přiřazená pro každou základnovou stanici na to, zda je používána na základnové stanici B stejná frekvence nebo sousední frekvence (1, 2 atd.). Pro každý takový případ jsou zaznamenány odpovídající pravděpodobnosti interference. Po tomto zpracování všech frekvencí základnové stanice A se všechny takto zjištěné interferenční pravděpodobnosti nasčítají, násobí se vytížením  
45 základnové stanice A, základnové stanice B a provozním zatížením základnové stanice A a nakonec se dělí počtem frekvencí, které se mají přidělovat základnové stanici.

Výsledek poskytuje hodnocení rušícího vztahu "B ruší A". Může být interpretován jako průměrná pravděpodobnost, vážená významem základnové stanice A, s níž uživatel základnové stanice A  
50 bude rušen provozem základnové stanice B během doby jejího užívání. Součet hodnocení relevantních rušících vztahů je výsledek interferenční hodnotové funkce.

S výhodou se při způsobu podle vynálezu dále provede označení těch jednotlivých přidělení frekvence k základnové stanici, které v důsledku volby základnové stanice a frekvence při

zohledňování možných rušivých účinků, zejména maximálně přípustných pravděpodobností interference, již nejsou přípustné.

5 Podle výhodného provedení vynálezu se provádí volba základnové stanice, volba frekvence, a prozatímní přidělování frekvence stanicí v opakujících se cyklech, až byly všem základnovým stanicím přiděleny všechny potřebné frekvence, načež se přidělovací proces ukončí a volba se potvrdí.

10 Alternativně se provádí volba základnové stanice, volba frekvence, a prozatímní přidělování frekvence stanicí v opakujících se cyklech, a to až do přidělovacího cyklu, v němž již nejsou žádné frekvence přidělitelné, načež se opakuje přidělování s jinými vstupními informacemi, až se přidělí všem základnovým stanicím všechny potřebné frekvence, načež se přidělovací proces ukončí a volba se potvrdí.

15 Podle dalšího znaku vynálezu se jako první kritérium volby základnové stanice použije maximální počet frekvencí, které se mohou ještě společně přiřadit této základnové stanici, v poměru k počtu frekvencí, které ještě základnová stanice potřebuje.

20 Informace o možných rušivých účincích jsou s výhodou pravděpodobností interference, přičemž jako kritérium volby základnové stanice se použije součet pravděpodobností interference, které existují na základnové stanici, která se má volit, z hlediska použití stejných a/nebo sousedních frekvencí vzhledem k ostatním základnovým stanicím.

25 Jako vstupní informace se podle dalšího znaku dále použije pro každou základnovou stanici míra obtížnosti přidělování frekvence, která se po přidělení, které neuspokojuje všechny požadavky na frekvence, mění tak, že míra obtížnosti přidělování frekvence u těch základnových stanic, kterým nebyl přidělen potřebný počet frekvencí, deterministicky nebo nedeterministicky zvyšuje a míra obtížnosti přidělování frekvence se při volbě základnové stanice zohledňuje ve volicím kroku stanice.

30 Podle dalšího znaku vynálezu pro volicí krok frekvencí platí kritérium volby frekvence z příslušnosti příslušné frekvence k nejvyšší z následujících tříd:

35 - do třídy 1 se z frekvencí povolených na zvolené základnové stanici zařadí ty, jejichž přidělení zvolené základnové stanici by v případě poměru maximálního počtu frekvencí, společně ještě přidělitelných této základnové stanici, k počtu frekvencí, které ještě tato základnová stanice potřebuje, vedlo k hodnotě menší než 1 (tj. poměr obou počtů frekvencí by byl menší než 1),

40 - do třídy 2 se ze zbývajících frekvencí zařadí ty, jejichž přidělení zvolené základnové stanici by v případě poměru maximálního počtu frekvencí ještě společně přidělitelných jiné základnové stanici, k počtu frekvencí, které tato jiná základnová stanice ještě potřebuje, vedlo k hodnotě menší než 1, (tj. poměr obou počtů frekvencí by byl menší než 1), a

45 - do třídy 3 se zařadí všechny dosud nezařazené, ale v síti přípustné hodnoty.

Podle dalšího znaku vynálezu se interferenční situace, vytvořená až dosud provedenými přiděleními, zhodnotí pomocí interferenční hodnotové funkce, a jako další kritérium volby frekvence se zvolí ta frekvence, jejíž přidělení vyvolá nejmenší zvýšení interferenční hodnotové funkce. S výhodou se zvýšení  $E$  interferenční hodnotové funkce získá jako součet hodnocení rušivých účinků při relevantních pravděpodobnostech interference  $p_{AB}$  a  $p_{BA}$  mezi předtím zvolenou základnovou stanicí A a jinými základnovými stanicemi B (které jsou předem obsažené ve vstupních informacích), při zohlednění počtu  $Z$  frekvencí, potřebných na příslušné základnové stanici, podle vztahu:

$$E = \frac{\sum [(P_{AB} \cdot L_A \cdot L_B \cdot V_A) / Z_A + (P_{BA} \cdot L_B \cdot L_A \cdot V_B) / Z_B]}{B}$$

5 kde L je vytížení a V provozní zatížení jednotlivých základnových stanic. Pravděpodobnosti interference zahrnují také pravděpodobnosti interference sousedními kanály.

Podle dalšího znaku vynálezu se jako další kritérium volby frekvence zohledňuje častost jednotlivých přidělených frekvencí v síti s mobilními radiotelekomunikačními zařízeními.

10 Při volbě základnové stanice a/nebo volbě frekvence se použije náhodný výběr, jestliže po použití všech předchozích kritérií volby je pro volbu ještě k dispozici více základnových stanic a/nebo frekvencí.

15 Podle dalšího znaku vynálezu se pro volbu základnové stanice ve volicím kroku stanice použije jako první kritérium volby základnové stanice poměr maximálního počtu této základnové stanici ještě přidělitelných frekvencí k počtu frekvencí, které tato základnová stanice ještě potřebuje, přičemž se zvolí základnová stanice s nejmenším poměrem, přičemž u více základnových stanic, vykazujících nejmenší poměr, se použije jako druhé kritérium volby míra obtížnosti přidělování frekvence, přiřazená jednotlivým základnovým stanicím, a zvolí se základnová stanice s největší  
20 mírou obtížnosti přidělování frekvence, přičemž v případě, že nedojde k jednoznačné volbě při druhém kritériu volby základnové stanice, se jako třetí kritérium volby základnové stanice použije součet pravděpodobností interference, které se vyskytují na příslušné základnové stanici kvůli používání stejných frekvencí a/nebo sousedních frekvencí ve vztahu k jiným základnovým stanicím, přičemž se zvolí základnová stanice s největším součtem pravděpodobností interference, a v případě, že při použití třetího kritéria volby nedojde k jednoznačné volbě, se provede  
25 náhodný výběr mezi zbývajícimi stanicemi.

Pro volbu frekvence při volicím kroku frekvencí spočívá podle dalšího znaku vynálezu první kritérium volby frekvence v příslušnosti příslušné frekvence k nejvyšší z následujících tříd:

30 - do třídy 1 se zařadí z frekvencí, dovolených na zvolené základnové stanici, ty frekvence, jejichž přidělení zvolené základnové stanici by v případě poměru maximálního počtu frekvencí, společně ještě přiřaditelných této základnové stanici, k počtu frekvencí, které ještě tato základnová část potřebuje, vedlo k hodnotě menší než 1 (tj. poměr obou počtů frekvencí by byl menší než 1),

35 - do třídy 2 se ze zbývajících frekvencí zařadí ty frekvence, jejichž přidělení zvolené základnové stanici by v případě poměru maximálního počtu frekvencí, ještě společně přidělitelných jiné základnové stanici, k počtu frekvencí, které tato jiná základnová stanice ještě potřebuje, vedlo k hodnotě menší než 1 (tj. poměr obou počtů frekvencí by byl menší než 1),

40 - do třídy 3 se zařadí všechny dosud nezařazené, ale v síti přípustné frekvence, přičemž v případě nejednoznačné volby podle prvního kritéria volby frekvence se jako druhé kritérium volby frekvence zohlední možné zvýšení interferenční hodnotové funkce, které se vypočítá z těch hodnot pravděpodobnosti interference mezi před tím zvolenou základnovou stanicí a jinými  
45 základnovými stanicemi, které neleží nad maximálně přípustnou pravděpodobností interference a pod pravděpodobností interference, která je ještě považována za relevantní,

přičemž jako třetí kritérium volby frekvence se zvolí častost před tím provedených přidělení frekvencí, přičemž se zvolí frekvence s nejnižší častostí, a pro případ, že nedojde k jednoznačné  
50 volbě podle třetího kritéria volby frekvence, se provede náhodná volba mezi zbývajícimi frekvencemi.

Znaky tohoto posledně jmenovaného způsobu podstatně přispívají k optimalizace sítě s mobilními radiotelekomunikačními zařízeními, pokud jde o pravděpodobnosti interference, a mohou být použity spolu s dalšími kroky a kritérii volby pro základnové stanice a frekvence.

- 5 S výhodou se pravděpodobnosti interference zohledňují v hodnotovém rozsahu, ležícím mezi minimální hodnotou, považovanou za relevantní, a maximální přípustnou nejvyšší hodnotou.

#### Přehled obrázků na výkresech

10

Vynález je blíže vysvětlen v následujícím popisu na příkladech provedení s odvoláním na připojené výkresy, ve kterých znázorňuje obr. 1 schematické vyjádření pravděpodobností interference mezi čtyřmi základnovými stanicemi ve formě matice vstupních hodnot, obr. 2 grafické znázornění rušících vztahů mezi základnovými stanicemi a obr. 3.1 až 3.8 tabelární vyjádření souvislosti mezi jednotlivými frekvencemi, základnovými stanicemi a poměrem mezi zbytkovou kapacitou a ještě potřebnými frekvencemi pro každý krok způsobu.

15

#### Příklady provedení vynálezu

20

Pro přehlednost se vychází z velmi malé radiotelekomunikační sítě se čtyřmi základními stanicemi A, B, C a D, která kupříkladu představuje rozšíření stávající radiotelekomunikační sítě. V praxi však dochází způsobem podle vynálezu k přidělování frekvencí pro mobilní jednotky v radiotelekomunikační síti se stovkami nebo dokonce tisícovkami základnových stanic. Kromě toho je pro přehlednost uvažováno v příkladě provedení pouze osm frekvencí, které se mají přidělovat.

25

Příklad provedení vychází z toho, že se předem určují pravděpodobnosti interference, znázorněné na obr. 1. Tak v případě spojení do mobilních stanic ze základnových stanic (spojení down-link) udávají pravděpodobnost, že komunikace mezi základnovou stanicí a mobilní stanicí, nacházející se v jejím dosahu, je rušena jinou základnovou stanicí. Podle obr. 1 ruší kupříkladu základnová stanice D základnovou stanicí C při použití stejné frekvence s 12 %-ní pravděpodobností. Jako maximálně tolerovatelná mez je považována pravděpodobnost interference 10 %, zatímco pravděpodobnosti interference menší než 1 % již nejsou považovány za relevantní.

35

Pravděpodobnosti interference k již existujícím základnovým stanicím radiotelekomunikační sítě nejsou v silně zjednodušeném příkladě provedení výslovně rozebírány. Vychází se z toho, že buď nejsou relevantní, nebo vedou k zákazům jednotlivých frekvencí základnových stanic A, B, C nebo D. Rušící vztahy mezi základnovými stanicemi A, B, C a D, dané pravděpodobností interference, se dají podle obr. 2 znázornit také v grafické formě. Přitom značí plná spojovací čára jasný zákaz pro použití stejných frekvencí. Čárkovaná čára s odpovídajícím číslem v procentech udává, že použití stejných frekvencí je dovoleno, avšak není žádoucí. Je tím více nežádoucí, čím větší je pravděpodobnost interference.

40

- 45 Pro základnové stanice A až D je známo následující:

- Stanice A potřebuje dvě frekvence, nesmí používat frekvence 3, 5 a 8 a má míru obtížnosti (přidělování frekvence) 22.

50

- Stanice B potřebuje dvě frekvence, nesmí používat frekvence 2, 3 a 5 a má míru obtížnosti 20.

- Stanice C potřebuje jednu frekvenci, nesmí používat frekvence 2, 3, 5, 6, 7 a 8 a má míru obtížnosti 30.

- Stanice D potřebuje dvě frekvence, nesmí používat frekvence 3, 4, 6 a 8 a má míru obtížnosti 18.

Možnosti použití frekvencí jsou na obr. 3.1 znázorněny tabelárně, přičemž pruh nad číslem  
5 znamená, že příslušná frekvence je pro příslušnou základnovou stanici zakázána.

Pro danou síť s mobilními radiotelekomunikačními zařízeními, která se má rozšiřovat, je dále  
známo, že v již existující části mohou být frekvence používány tím častěji, čím vyšší je číslo  
10 frekvence. Provozní zatížení a vytížení jsou všechna označena se stejnou dummy-hodnotou 1.  
Maximálně má být při způsobu prováděno deset běhů přidělování frekvence.

Dvě frekvence, používané společně na základnové stanici, musí mít vzhledem k vazebním  
vlastnostem vysílače kanálový odstup 3, takže kupříkladu použití frekvence 4 automaticky  
zakazuje použití frekvencí 2, 3, 5 a 6 na stejné základnové stanici.

15 Poté, co jsou známa všechna vstupní data, začíná způsob podle vynálezu s prvním během  
přidělování frekvence. Zde je třeba nejprve zvolit první základnovou stanici. K tomu se vypočítá  
pro přezkoušení prvního (prvořadého, prvního v pořadí) kritéria volby základnové stanice  
poměry zbytkové kapacity k počtu frekvencí, které jsou ještě zapotřebí pro základnové stanice A  
20 až D.

Pro základnovou stanici A to znamená:

25 Frekvence 1 je použitelná,  
frekvence 2 je kvůli 1 zakázána,  
frekvence 3 je kvůli 1, ale také jinak, zakázána,  
frekvence 4 je použitelná,  
frekvence 5 je kvůli 4 zakázána,  
30 frekvence 6 je kvůli 4, ale také jinak, zakázána,  
frekvence 7 je použitelná,  
frekvence 8 je kvůli 7 zakázána.

Z toho vyplývá zbytková kapacita 3 a poměr mezi zbytkovou kapacitou a ještě potřebnými  
35 frekvencemi 3/2. Tento poměr, jakož i odpovídající poměry pro základnové stanice B, C a D,  
jsou udány na obr. 3.1 vpravo.

V důsledku prvního (prvořadého) kritéria volby základnové stanice je třeba začít přidělování  
40 frekvencí jedné ze základnových stanic A, B nebo D. Pro volbu mezi těmito základnovými  
stanicemi se použije druhé (druhořadé, druhé v pořadí) kritérium volby základnové stanice, a to  
míra obtížnosti přidělování frekvence, takže volba připadne na základnovou stanici A.

Pro základnovou stanici A jsou zakázány frekvence 3, 5 a 8. Žádná z dovolených frekvencí (1, 2,  
4, 6, 7) by již teď neznemožnila přidělení druhé potřebné frekvence pro základnovou stanici A,  
45 což znamená, že třída 1 je prázdná. Právě tak je prázdná třída 2. Jelikož třída 3 proto sestává  
z více než jedné frekvence, je prováděno třídění z těchto frekvencí podle druhého (druhořadého)  
kritéria pro volbu frekvencí. Jelikož základnovým stanicím C a D ještě žádné frekvence nebyly  
přiděleny, musí být změna interferenční hodnotové funkce pro každou frekvenci základnové  
stanice A nulová. Není proto zapotřebí další volba podle třetího (třetířadého, třetího v pořadí)  
50 kritéria volby frekvence. Po poznámce o častosti použití v již stávající síti musí být zvolena  
frekvence 1. Toto přidělení má za následek, že frekvence 2 a 3 již nesmějí být v základnové  
stanici A použity a že frekvence 1 vzhledem k vysoké pravděpodobnosti interference (viz obr. 1)  
nesmí být použita v základnové stanici B. Tento stav po prvním jednotlivém přidělení je  
znázorněn v tabulce na obr. 3.2. Orámování jednoho čísla znamená, že odpovídající frekvence  
byla přidělena.

Obr. 3.2 kromě toho ukazuje nový výpočet poměrů zbytkové kapacity k počtu ještě potřebných frekvencí po prvním jednotlivém přidělení. Pro druhé jednotlivé přidělení je proto vybrána základnová stanice B. Pro ni jsou frekvence 1, 2, 3 a 5 zakázány. Volba frekvence 6 by přidělení druhé frekvence k základnové stanici B již nyní znemožnila. Proto patří frekvence 6 do třídy 1. Třída 2 je prázdná, zatímco třída 3 obsahuje frekvence 4, 7 a 8. Jelikož základnová stanice C ještě nedostala žádnou frekvenci, musí být změna interferenční hodnotové funkce pro frekvenci z třídy 3 rovněž nulová. V důsledku výše uvedeného kritéria častosti se zvolí frekvence 4 a přidělí se základnové stanici B, což je znázorněno na obr. 3.3. Kromě toho ukazuje obr. 3.3 nové poměry mezi zbytkovou kapacitou a ještě potřebnými frekvencemi. Podle toho přichází pro třetí jednotlivé přidělení podle prvořadých výběrových kritérií v úvahu základnové stanice A, B a D. Podle druhého kritéria volby základnové stanice připadá volba na základnovou stanici A.

Jelikož jsou obě frekvence 6 a 7 v třídě 3 a kvůli ještě chybějícím frekvencím na základnových stanicích C a D nemůže dojít k žádné změně interferenční hodnotové funkce, vybere se opět podle kritéria častosti frekvence 6. Z tohoto třetího jednotlivého přidělování vyplývá mezi-výsledek, znázorněný na obr. 3.4.

Pro čtvrté jednotlivé přidělování připadá volba podle míry obtížnosti přidělování frekvence na základnovou stanici B. Přidělení frekvence 7 by znamenalo, že základnové stanici D již nemohou být přiděleny dvě frekvence. Frekvence 7 náleží proto do třídy 2, zatímco frekvence 8 do třídy 3, a proto se vybere. Po tomto čtvrtém jednotlivém přidělení vznikne stav, znázorněný na obr. 3.5.

Pro páté jednotlivé přidělování připadá volba na základnovou stanici D. Všechny frekvence, ještě zbylé pro tuto základnovou stanici, náleží do třídy 3. Pro frekvenci 1 dojde vzhledem k použití na základnové stanici A ke zvýšení interferenční hodnotové funkce, což neplatí pro frekvence 2 a 7. Podle kritéria častosti se z těchto frekvencí vybere frekvence 2. Z toho vyplývá stav, znázorněný na obr. 3.6.

Pro šesté přidělování frekvence se zvolí opět základnová stanice D. Ve třídě 3 je pouze frekvence 7. Přidělí se proto základnové stanici D, což je znázorněno na obr. 3.7. Z obr. 3.7. je dále patrné, že je třeba ještě přidělit frekvenci základnové stanici C, pro což jsou volné dvě frekvence, a to frekvence 1 a 4. Pro obě frekvence se zvýší interferenční hodnotová funkce.

Zvýšení se v případě přidělování frekvence 1 vypočítá následovně:

Nejprve se vypočítá zvýšení interferenční hodnotové funkce pro vztah "C ruší A" při pravděpodobnosti interference 8 % (obr. 1). Tento rušící vztah se vynásobí vytížením  $L_A$  základnové stanice A, vytížením  $L_C$  základnové stanice C, a provozním zatížením  $V_A$  základnové stanice A, a dělí se počtem frekvencí celkem potřebných pro základnovou stanici. Jelikož jak vytížení  $L$ , tak provozní zatížení  $V$  se předpokládají jako rovné 1, vychází

$$(8.1.1.1)/2 = 4.$$

Odpovídajícím způsobem se vypočítá zvýšení interferenční hodnotové funkce pro vztah "A ruší C", z čehož vychází:

$$(8.1.1.1)/1 = 8.$$

Pro všechny další potenciální rušící vztahy vyplývají výpočty 0. Součet vyhodnocení (interferenční hodnotová funkce) se tak zvýšil o 12.

V případě přidělení frekvence 4 se zvyšuje podobným výpočtem interferenční hodnotová funkce o 3. Z toho vyplývá, že se podle druhého (druhořadého) kritéria volby frekvence zvolí frekvence 4. Po tomto sedmém jednotlivém přidělení vznikne stav, znázorněný na obr. 3.8. Tím je první běh přidělování ukončen. Jelikož již žádná základnová stanice nemá neuspokojenou potřebu

frekvence, končí také celý postup. Konečný výsledek, znázorněný na obr. 3.8, plní všechny vedlejší podmínky a poskytuje rozdělení frekvencí, které zaručuje provoz sítě pokud možno bez interferencí.

5

## PATENTOVÉ NÁROKY

10

1. Způsob přidělování frekvencí základnovým stanicím komunikační sítě s mobilními radiotelekomunikačními zařízeními, při kterém se vychází ze vstupních informací, obsahujících nejméně počet frekvencí, potřebných pro vždy jednu základnovou stanicí, frekvence přípustné v síti s mobilními radiotelekomunikačními zařízeními, a informace o možných rušivých účincích mezi základnovými stanicemi v případě stejných a/nebo sousedních frekvencí, zjišťovaných ve zjišťovacím kroku, **v y z n a ě n ý t í m**, že se střídavě provádějí pracovní kroky, při nichž se ve volicím kroku stanice volí vždy jedna základnová stanice, ve volicím kroku frekvencí se volí vždy jedna frekvence, a po těchto volicích krocích následuje přidělovací krok, ve kterém se základnové stanici přiděluje zvolená nejméně jedna frekvence, a sled kroků se cyklicky opakuje pro přidělování frekvencí každé ze základnových stanic, jimž se mají frekvence přidělovat, přičemž se před volicím krokem frekvence ve zjišťovacím kroku zjišťuje pro každou z množiny frekvencí, které se mají ještě přidělovat, v terénu ve vztahu ke konkrétním stanovištím základnových stanic sítě s mobilními radiotelekomunikačními zařízeními, pravděpodobnost interference mezi každou z frekvencí pro přidělení a již existujícími stejnými frekvencemi v síti s mobilními radiotelekomunikačními zařízeními jako interference na sdílených kanálech, jakož i mezi každou z frekvencí pro přidělení s již existujícími sousedními frekvencemi v síti s mobilními radiotelekomunikačními zařízeními jako interference na sousedních kanálech, přičemž při cyklické volbě a přidělování frekvencí základnovým stanicím se vždy nejprve ve volicím kroku stanice zvolí z množiny základnových stanic, kterým se mají přidělovat frekvence, podle prvního kritéria volby základnových stanic podmnožina základnových stanic, a z této podmnožiny, pokud obsahuje více než jednu základnovou stanicí, se zvolí podle dalšího kritéria volby základnových stanic další podmnožina, a tento volicí krok se opakuje tak dlouho, až podmnožina sestává pouze z jediné základnové stanice, přičemž se poté ve volicím kroku frekvencí volí pro zvolenou základnovou stanicí podle prvního kritéria volby frekvence podmnožina frekvencí, načež se z této podmnožiny frekvencí, pokud obsahuje více než jednu frekvenci, volí podle dalšího kritéria volby frekvence další podmnožina, a tento volicí krok se opakuje, až podmnožina sestává z pouze jediné frekvence, a poté se v přidělovacím kroku zvolené základnové stanici přiděluje nejméně jedna zvolená frekvence, a sled volicích a přidělovacích kroků se provede pro všechny základnové stanice, kterým se mají přidělovat frekvence.

40

2. Způsob podle nároku 1, **v y z n a ě n ý t í m**, že volicí krok frekvencí je založen na zhodnocování interferenční situace zvolené základnové stanice pomocí interferenční hodnotové funkce, která udává relevantní rušivé vztahy k sousedním základnovým stanicím, a ze seznamu přípustných frekvencí se vybere ta frekvence, při které je interferenční hodnotová funkce minimální.

45

3. Způsob podle nároku 1 nebo 2, **v y z n a ě n ý t í m**, že se dále provede označení těch jednotlivých přidělení frekvence k základnové stanici, které v důsledku volby základnové stanice a frekvence při zohledňování možných rušivých účinků, zejména maximálně přípustných pravděpodobností interference, již nejsou přípustné.

50

4. Způsob podle kteréhokoliv z nároků 1 až 3, **v y z n a ě n ý t í m**, že se provádí volba základnové stanice, volba frekvence, a prozatímní přidělování frekvence stanici v opakujících se

cyklech, až byly všem základnovým stanicím přiděleny všechny potřebné frekvence, načež se přidělovací proces ukončí a volba se potvrdí.

5. Způsob podle kteréhokoli z nároků 1 až 3, **vyznačený tím**, že se provádí volba základnové stanice, volba frekvence, a prozatímní přidělování frekvence stanici v opakujících se cyklech, a to až do přidělovacího cyklu, v němž již nejsou žádné frekvence přidělitelné, načež se opakuje přidělování s jinými vstupními informacemi, až se přidělí všem základnovým stanicím všechny potřebné frekvence, načež se přidělovací proces ukončí a volba se potvrdí.
6. Způsob podle kteréhokoli z nároků 1 až 5, **vyznačený tím**, že se jako první kritérium volby základnové stanice použije maximální počet frekvencí, které se mohou ještě společně přiřadit této základnové stanici, v poměru k počtu frekvencí, které ještě základnová stanice potřebuje.
7. Způsob podle kteréhokoli z nároků 1 až 6, **vyznačený tím**, že informace o možných rušivých účincích jsou pravděpodobnosti interference, přičemž jako kritérium volby základnové stanice se použije součet pravděpodobností interference, které existují na základnové stanici, která se má volit, z hlediska použití stejných a/nebo sousedních frekvencí vzhledem k ostatním základnovým stanicím.
8. Způsob podle kteréhokoli z nároků 1 až 7, **vyznačený tím**, že se jako vstupní informace dále použije pro každou základnovou stanici míra obtížnosti přidělování frekvence, která se po přidělení, které neuspokojuje všechny požadavky na frekvence, mění tak, že míra obtížnosti přidělování frekvence u těch základnových stanic, kterým nebyl přidělen potřebný počet frekvencí, deterministicky nebo nedeterministicky zvyšuje a míra obtížnosti přidělování frekvence se při volbě základnové stanice zohledňuje ve volicím kroku stanice.
9. Způsob podle kteréhokoli z nároků 1 až 8, **vyznačený tím**, pro volicí krok frekvencí platí kritérium volby frekvence z příslušnosti příslušné frekvence k nejvyšší z následujících tříd:
- do třídy 1 se z frekvencí, povolených na zvolené základnové stanici, zařadí ty, jejichž přidělení zvolené základnové stanici by v případě poměru maximálního počtu frekvencí, společně ještě přidělitelných této základnové stanici, k počtu frekvencí, které ještě tato základnová stanice potřebuje, vedlo k hodnotě menší než 1,
  - do třídy 2 se ze zbývajících frekvencí zařadí ty, jejichž přidělení zvolené základnové stanici by v případě poměru maximálního počtu frekvencí ještě společně přidělitelných jiné základnové stanici, k počtu frekvencí, které tato jiná základnová stanice ještě potřebuje, vedlo k hodnotě menší než 1, a
  - do třídy 3 se zařadí všechny dosud nezařazené, ale v síti přípustné hodnoty.
10. Způsob podle kteréhokoli z nároků 1 až 9, **vyznačený tím**, že se interferenční situace, vytvořená až dosud provedenými přiděleními, zhodnotí pomocí interferenční hodnotové funkce, a jako další kritérium volby frekvence se zvolí ta frekvence, jejíž přidělení vyvolá nejmenší zvýšení interferenční hodnotové funkce.
11. Způsob podle nároku 10, **vyznačený tím**, že zvýšení E interferenční hodnotové funkce se získá jako součet hodnocení rušivých účinků při relevantních pravděpodobnostech interference  $p_{AB}$  a  $p_{BA}$  mezi předtím zvolenou základnovou stanicí A a jinými základnovými

stanicemi B, které jsou přídatně obsažené ve vstupních informacích, při zohlednění počtu Z frekvencí, potřebných na příslušné základnové stanici, podle vztahu:

$$E = \sum_B [(p_{AB} \cdot L_A \cdot L_B \cdot V_A) / Z_A + (p_{BA} \cdot L_B \cdot L_A \cdot V_b) / Z_B]$$

kde L je vytižení a V provozní zatížení jednotlivých základnových stanic.

10 12. Způsob podle nároku 11, **vyznačený tím**, že pravděpodobnosti interference zahrnují také pravděpodobnosti interference sousedními kanály.

15 13. Způsob podle kteréhokoli z nároků 1 až 12, **vyznačený tím**, že se jako další kritérium volby frekvence zohledňuje častost jednotlivých přidělených frekvencí v síti s mobilními radiotelekomunikačními zařízeními.

20 14. Způsob podle kteréhokoli z nároků 1 až 13, **vyznačený tím**, že se při volbě základnové stanice a/nebo volbě frekvence použije náhodný výběr, jestliže po použití všech předchozích kritérií volby je pro volbu ještě k dispozici více základnových stanic a/nebo frekvencí.

25 15. Způsob podle kteréhokoli z nároků 1 až 14, **vyznačený tím**, že pro volbu základnové stanice ve volicím kroku stanice se použije jako první kritérium volby základnové stanice poměr maximálního počtu této základnové stanici ještě přidělitelných frekvencí k počtu frekvencí, které tato základnová stanice ještě potřebuje, přičemž se zvolí základnová stanice s nejmenším poměrem, přičemž u více základnových stanic, vykazujících nejmenší poměr, se použije jako druhé kritérium volby míra obtížnosti přidělování frekvence, přiřazená jednotlivým základnovým stanicím, a zvolí se základnová stanice s největší mírou obtížnosti přidělování frekvence, přičemž v případě, že nedojde k jednoznačné volbě při druhém kritériu volby základnové stanice, se jako třetí kritérium volby základnové stanice použije součet pravděpodobností interference, které se vyskytují na příslušné základnové stanici kvůli používání stejných frekvencí a/nebo sousedních frekvencí ve vztahu k jiným základnovým stanicím, přičemž se zvolí základnová stanice s největším součtem pravděpodobností interference, a v případě, že při použití třetího kritéria volby nedojde k jednoznačné volbě, se provede náhodný výběr mezi  
35 zbývajících stanicemi.

40 16. Způsob podle kteréhokoli z nároků 1 až 15, **vyznačený tím**, že pro volbu frekvence při volicím kroku frekvencí první kritérium volby frekvence spočívá v příslušnosti příslušné frekvence k nejvyšší z následujících tříd:

45 - do třídy 1 se zařadí z frekvencí, dovolených na zvolené základnové stanici, ty frekvence, jejichž přidělení zvolené základnové stanici by v případě poměru maximálního počtu frekvencí, společně ještě přiřaditelných této základnové stanici, k počtu frekvencí, které ještě tato základnová část potřebuje, vedlo k hodnotě menší než 1,

50 - do třídy 2 se ze zbývajících frekvencí zařadí ty frekvence, jejichž přidělení zvolené základnové stanici by v případě poměru maximálního počtu frekvencí, ještě společně přidělitelných jiné základnové stanici, k počtu frekvencí, které tato jiná základnová stanice ještě potřebuje, vedlo k hodnotě menší než 1,

- do třídy 3 se zařadí všechny dosud nezařazené, ale v síti přípustné frekvence,

příčemž v případě nejednoznačné volby podle prvního kritéria volby frekvence se jako druhé kritérium volby frekvence zohlední možné zvýšení interferenční hodnotové funkce, které se vypočítá z těch hodnot pravděpodobnosti interference mezi před tím zvolenou základnovou stanicí a jinými základnovými stanicemi, které neleží nad maximálně přípustnou pravděpodobností interference a pod pravděpodobností interference, která je ještě považována za relevantní,

příčemž jako třetí kritérium volby frekvence se zvolí častost před tím provedených přidělení frekvencí, příčemž se zvolí frekvence s nejnižší častostí, a pro případ, že nedojde k jednoznačné volbě podle třetího kritéria volby frekvence, se provede náhodná volba mezi zbývajících frekvencemi.

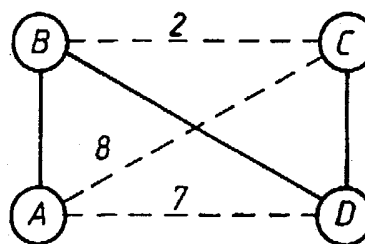
17. Způsob podle kteréhokoli z nároků 1 až 16, **v y z n a ě n ý t í m**, že pravděpodobnosti interference se zohledňují v hodnotovém rozsahu, ležícím mezi minimální hodnotou, považovanou za relevantní, a maximální přípustnou nejvyšší hodnotou.

20

2 výkresy

	A	B	C	D
A	0	12	8	7
B	12	0	2	13
C	8	2	0	12
D	7	13	12	0

Obr. 1



Obr. 2

A:	1	2	$\bar{3}$	4	$\bar{5}$	6	7	$\bar{8}$	3/2
B:	1	$\bar{2}$	$\bar{3}$	4	$\bar{5}$	6	7	8	3/2
C:	1	$\bar{2}$	$\bar{3}$	4	$\bar{5}$	$\bar{6}$	$\bar{7}$	$\bar{8}$	2/1
D:	1	2	$\bar{3}$	4	$\bar{5}$	$\bar{6}$	7	$\bar{8}$	3/2

Obr. 3.1

A:	$\boxed{1}$	$\bar{2}$	$\bar{3}$	4	$\bar{5}$	6	7	$\bar{8}$	2/1
B:	$\bar{1}$	$\bar{2}$	$\bar{3}$	4	$\bar{5}$	6	7	8	2/2
C:	1	$\bar{2}$	$\bar{3}$	4	$\bar{5}$	$\bar{6}$	$\bar{7}$	$\bar{8}$	2/1
D:	1	2	$\bar{3}$	4	$\bar{5}$	$\bar{6}$	7	$\bar{8}$	3/2

Obr. 3.2

A:	$\boxed{1}$	$\bar{2}$	$\bar{3}$	$\bar{4}$	$\bar{5}$	6	7	$\bar{8}$	1/1
B:	$\bar{1}$	$\bar{2}$	$\bar{3}$	$\boxed{4}$	$\bar{5}$	$\bar{6}$	7	8	1/1
C:	1	$\bar{2}$	$\bar{3}$	4	$\bar{5}$	$\bar{6}$	$\bar{7}$	$\bar{8}$	2/1
D:	1	2	$\bar{3}$	$\bar{4}$	$\bar{5}$	$\bar{6}$	7	$\bar{8}$	2/2

Obr. 3.3

A:	$\boxed{1}$	$\bar{2}$	$\bar{3}$	$\bar{4}$	$\bar{5}$	$\boxed{6}$	$\bar{7}$	$\bar{8}$	0/0
B:	$\bar{1}$	$\bar{2}$	$\bar{3}$	$\boxed{4}$	$\bar{5}$	$\bar{6}$	7	8	1/1
C:	1	$\bar{2}$	$\bar{3}$	4	$\bar{5}$	$\bar{6}$	$\bar{7}$	$\bar{8}$	2/1
D:	1	2	$\bar{3}$	$\bar{4}$	$\bar{5}$	$\bar{6}$	7	$\bar{8}$	2/2

Obr. 3.4

A:	$\boxed{1}$	$\bar{2}$	$\bar{3}$	$\bar{4}$	$\bar{5}$	$\boxed{6}$	$\bar{7}$	$\bar{8}$	0/0
B:	$\bar{1}$	$\bar{2}$	$\bar{3}$	$\boxed{4}$	$\bar{5}$	$\bar{6}$	$\bar{7}$	$\boxed{8}$	0/0
C:	1	$\bar{2}$	$\bar{3}$	4	$\bar{5}$	$\bar{6}$	$\bar{7}$	$\bar{8}$	2/1
D:	1	2	$\bar{3}$	$\bar{4}$	$\bar{5}$	$\bar{6}$	7	$\bar{8}$	2/2

Obr. 3.5

A:	$\boxed{1}$	$\bar{2}$	$\bar{3}$	$\bar{4}$	$\bar{5}$	$\boxed{6}$	$\bar{7}$	$\bar{8}$	0/0
B:	$\bar{1}$	$\bar{2}$	$\bar{3}$	$\boxed{4}$	$\bar{5}$	$\bar{6}$	$\bar{7}$	$\boxed{8}$	0/0
C:	1	$\bar{2}$	$\bar{3}$	4	$\bar{5}$	$\bar{6}$	$\bar{7}$	$\bar{8}$	2/1
D:	$\bar{1}$	$\boxed{2}$	$\bar{3}$	$\bar{4}$	$\bar{5}$	$\bar{6}$	7	$\bar{8}$	1/1

Obr. 3.6

A:	$\boxed{1}$	$\bar{2}$	$\bar{3}$	$\bar{4}$	$\bar{5}$	$\boxed{6}$	$\bar{7}$	$\bar{8}$	0/0
B:	$\bar{1}$	$\bar{2}$	$\bar{3}$	$\boxed{4}$	$\bar{5}$	$\bar{6}$	$\bar{7}$	$\boxed{8}$	0/0
C:	1	$\bar{2}$	$\bar{3}$	4	$\bar{5}$	$\bar{6}$	$\bar{7}$	$\bar{8}$	2/1
D:	$\bar{1}$	$\boxed{2}$	$\bar{3}$	$\bar{4}$	$\bar{5}$	$\bar{6}$	$\boxed{7}$	$\bar{8}$	0/0

Obr. 3.7

A:	$\boxed{1}$	$\bar{2}$	$\bar{3}$	$\bar{4}$	$\bar{5}$	$\boxed{6}$	$\bar{7}$	$\bar{8}$	0/0
B:	$\bar{1}$	$\bar{2}$	$\bar{3}$	$\boxed{4}$	$\bar{5}$	$\bar{6}$	7	$\boxed{8}$	0/0
C:	1	$\bar{2}$	$\bar{3}$	$\boxed{4}$	$\bar{5}$	$\bar{6}$	$\bar{7}$	$\bar{8}$	1/0
D:	$\bar{1}$	$\boxed{2}$	$\bar{3}$	$\bar{4}$	$\bar{5}$	$\bar{6}$	$\boxed{7}$	$\bar{8}$	0/0

Obr. 3.8

---

 Konec dokumentu
 

---