

## PŘEDMLUVA

Kořeny programu MODES sahají do počátku 80. let. Pro řešení disertační práce "Příspěvek k řešení dynamické stability synchronního stroje" na ČVUT Praha byl třeba prostředek pro porovnání různých druhů modelů. Byl programován v jazyce BASIC na stolním kalkulátoru Hewlett Packard. S potřebou řešit otázky stability vícestrojové soustavy byl program převeden do jazyka FORTRAN na malý počítač SM4. Současně byl zdokonalován algoritmus řešení. Od "klasické" Eulerovy metody se přešlo k přesnější metodě Runge Kutta.

Zásadním zlomem ve vývoji programu bylo zavedení osobních počítačů, což umožnilo grafické uživatelské rozhraní a použití programu ve výuce studentů na elektrotechnické fakultě ČVUT. Toto využití vyžadovalo maximální možnou **jednoduchost** ovládání programu. Tento základní rys programu pak zůstal zachován a dále je rozvíjen spolu s **robustností** programu, tj. schopností řešit zadání chybných vstupních dat a nestandardní situace.

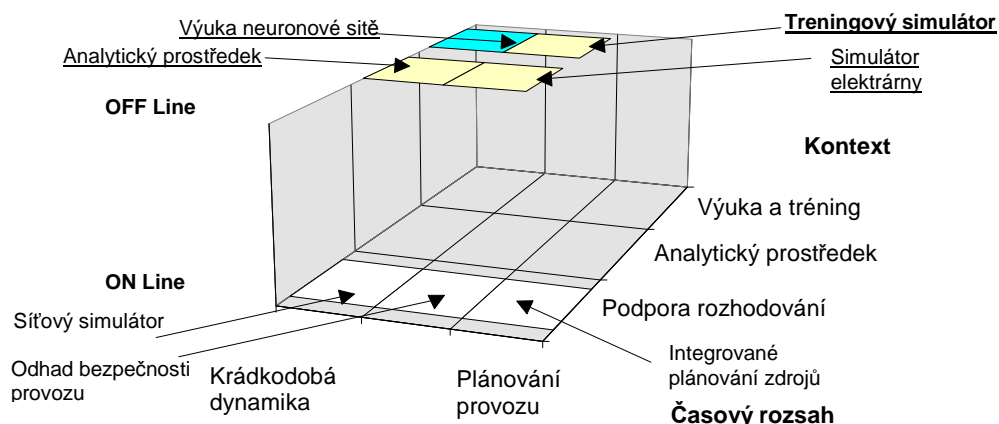
**Robustnost** programu umožňuje provádět první krok výpočtů pouze na základě znalosti ustáleného stavu. Dynamická data je schopen program nahradit standardními **bloky, modely a parametry**.

Vzhledem k relativně málo výkonné technice, s kterou se program používal, bylo nutné rozvíjet výpočetní metodu. Od pomalé Runge Kuttovy se přešlo k lichoběžníkové metodě s proměnným integračním krokem, která byla dále zdokonalena tak, aby optimálně vyhovovala soustavě algebraicko - diferenciálních rovnic, popisujících přechodné děje v elektrizační soustavě. Současně byla rozšiřována a zdokonalována knihovna hotových modelů prvků ES, tak aby odpovídala praktickým potřebám (pokrývala celé výkonové rozpětí budících a pohonných systémů naší ES a později propojených soustav CENTREL) a současně vyhovovala světovým standardům (doporučení IEEE). To umožnilo simulaci širokého spektra přechodných dějů od "klasické" dynamické stability až po dlouhodobou dynamiku, včetně pomalých tepelných a regulačních dějů.

Zdrojem poučení a inspirace pro vlastní tvorbu a vývoj programu MODES byla možnost pracovat s jinými programy typu síťového simulátoru - od KUST (VNIEE Moskva), přes EUROSTAG (EdF a TRACTEBEL) až po PSS/E (PTI USA). Zapojení do úkolu "Dlouhodobá dynamika" (TF 38-02-08 Long Term Dynamics) CIGRE umožnilo otestování schopností programu ve srovnání s devíti programy z Evropy, USA a Japonska.

Předposledním vývojovým skokem bylo využití schopností procesorů třídy 386 a vyšší společně s výkonnými překladači. To umožnilo značně zvýšit **výkonnost** 32bitového programu MODES 2.2. díky využití chráněného režimu těchto procesorů a celé rozšířené paměti počítače.

Zatím posledním vývojovým skokem je využití platformy WINDOWS, které umožňuje převedení původně samostatné DOS aplikace do formy dynamicky linkované knihovny (DLL). Uživatel může pak tuto formu MODESu využívat jako server. Tím se rozvíjí další rys víceúčelovost a otevřenost s využitím definovaného funkčního rozhraní. Víceúčelovostí se rozumí využití programu MODES v různém kontextu, jak plyne z následujícího obrázku:



Prioritu ve vývoji má aplikace DMES.DLL - siamské dvojče MODESu, které obsahuje vstupní body pro použití v v dispečerském tréninkovém simulátoru.

WINDOWS 7 přestaly podporovat dosavadní aplikace DOS, takže vývoj verze MODESu pro DOS byl ukončen. V současnosti se podporuje jen verze pro WINDOWS, která ovšem (ve formě EXE) dostala podobnou grafiku jako měla verze pro DOS - číslování verzí se změnilo na 2.3.. Schopnost sledovat časové průběhy vybraných proměnných během simulačního výpočtu tedy zůstala zachována.

Způsob zadávání vstupních dat je založen na konceptu třírozměrného datového modelu, který je popsán v kapitole 1.3.2 Třírozměrný datový model. Data jsou rozčleněna na **chody, tabulky, databáze, katalogy a formuláře**. Jsou umístěny ve vstupních souborech typu ASCII, takže je možno je upravovat textovým editorem.

Vyšší úroveň správy vstupních dat však poskytuje **uživatelské rozhraní** MODMAN, které tvoří nadstavbu všem programům, které se s MODESem dodávají. MODMAN pracuje na platformě WINDOWS a využívá podporu prostředků jako jsou menu, ikony, nápověda a další. To zvyšuje uživatelský komfort a usnadňuje práci s programem. MODMAN zpřehledňuje a ulehčuje práci s **projekty a případy**. **Editor chodů** integrovaný do verze 2.5 umožňuje tvorbu nových chodů sítě a jejich ladění včetně návaznosti na inicializaci dynamických modelů. Rovněž editory modelů umožňuje efektivní práci s databázemi a katalogy.

**Projekty a případy** sdružují vstupní data do vyšších celků, které mají vlastní identitu (tj. jméno, autora, datum vzniku a poslední modifikace, popis). Informace o **projektech** a **případech** jsou uloženy ve vstupních souborech PROJECTS.ARC a CASES.ARC nazvaných **archivy**, jejichž správu zajišťuje MODMAN. Nový projekt vznikne sestavením z již připravených **chodů** (uložených v podadresáři CHODY), z již připravených **databází modelů bloků** (uložených v podadresáři DATABASE) a **tabulek a formulářů** buď z jiného **projektu** nebo ze standardního **projektu** NEW. Hotové projekty lze kopírovat do **prac. adresáře** nebo přidávat do archívu.

Zlepšuje se **robustnost** programu - schopnost odolávat chybným zadáním vstupních dat i chybám během výpočtu. Program obsahuje přes 1000 hlášení, které se vypisují do vstupních a výstupních souborů. Po skončení výpočtu program vypíše souhrnné hlášení do výstupního souboru VYPIS.HLA.

## TISKOVÁ KONVENCE

V dokumentu jsou používány tyto písma a symboly:

**Tučný tisk** pro významné termíny definované v následující kapitole

**VELKA** písma pro jména **adresářů**, programů a označení kláves

**JMENO . PR** velké neproporcionální písmo pro jména **souborů**

**'KÓD1'** pro klíčová slova programu


**Courier** pro výpisy **souborů**


**Arial** pro položky menu a prvky **dialogů**

Nové rysy zavedené ve verzi jsou vyznačeny čarou na vnějším okraji podle následující tabulky:

Verze	2.2/4	2.2/5	2.2/6	2.2/7	2.2/8	2.2/9	2.2/10	2.2/11	2.2/12	2.2/14	2.3/15	2.3/16
Tloušťka čáry	1.5 bodu	2.25 bodu	3 body	4.5 bodu	$\frac{3}{4}$ dvojitá	1.5 dvojitá	2.25 dvojitá	3 dvojitá	klikatá	šrafovaná	Stínovaná	3x½

 tento symbol označuje odstavec s praktickými zkušenostmi z analýzy dynamického chování elektrizační soustavy a z praktického používání programu MODES

 tento symbol obsahuje upozornění na možné problémy při použití daného rysu programu

 uvozuje textový režim (volba ) úpravy vstupních souborů v uživatelském rozhraní

☒ uvozuje dialogový režim (volba **Dialogy**) úpravy vstupních souborů (menu **Modifikovat**) nebo práci s **Editory Project|Otevřít** zkrácený zápis pro příkaz **Otevřít** z padacího menu **Project**

V programu je používána následující příponová konvence pro **vstupní/výstupní soubory**:

CAT, DAT, DTB pro **katalogy, vstupní soubory a databáze**

ORG pro zálohu **vstupního souboru** UST.DAT tvořenou programem UST

HLA pro **výstupní soubory** s hlášeními programu MODES

ANA pro **výstupní soubory** s analýzou stavu sítě a primární/sekundární regulace P a f

SNP pro **soubory** s uložením stavu modelované elektrizační soustavy

GRF pro **výstupní soubory** určené jako vstup pro tvorbu grafů

SRI pro **výstupní soubory** určené jako vstup pro přídatné (servisní) programy

INI pro výpis informací o výpočtu **počátečních podmínek**

ARC pro **archivy projektů, případů a editací**

DIA pro soubory s diagnostikou **automatik a logik**

## DEFINICE POUŽITÝCH TERMÍNŮ

**Adresář** - část pevného disku vyhrazená pro programy a datové soubory. V **pracovním adresáři** jsou nainstalovány hlavní, pomocné a přídatné programy, v podadresářích VST/VYST jsou vstupní/výstupní datové soubory, v podadresářích se jménem **projektu** jsou data jednotlivých **projektů**.

**Archiv** - pomocný soubor obsahující informace o jednotlivých **projektech, případech a editacích**.

**ARN** - automatická regulace napětí v pilotním uzlu změnou dodávek jalového výkonu regulačních bloků

**Automatika** - **model** vzniklý abstrakcí prvků ES, které na základě měření průběhu vybrané **proměnné**, provádí **zásah** na vybraný **objekt** ES. Může se jednat o různá relé, ochrany nebo systémové automaty. Vstupní data jsou ve vstupním souboru AUTOMAT.DAT. Pod pojmem přídatné automaty se budou rozumět nadřazené funkce regulátorů buzení a turbíny. Jedná se o hlídač meze podbuzení, omezovače statorového a rotorového proudu (pro regulaci buzení), rychlé zavírání ventilů, regulace průběhu (pro parní turbínu) a přechod do regulace otáček (pro vodní turbínu).

**Blok** - modeluje zdroj elektromotorické síly. V případě synchronního stroje se skládá z **modelu** generátoru, budiče, turbíny a zdroje pohonného média a jejich regulátorů. Blokový transformátor je možné modelovat společně s generátorem, nebo zvlášť jako samostatnou **větev**. Je možné měnit zadanou hodnotu regulátoru buzení ( **zásahem** 'EXCT') a regulátoru pohonu ('TURB'), měnit strukturu regulátoru turbíny ('STRC'), vypínat/fázovat ('UNIT'), simulovat rychlé zavírání ventilů pro parní turbínu ('VALV') a přechod do čerpadlového provozu u vodní turbíny ('PUMP'). Pokud je **blok** vypnutý, je možné provést synchronizaci před nafázováním ('SYNC'). Pokud je **blok** v primární regulaci P/f je možno změnit zadanou hodnotu frekvence ('FREQ'). V případě asynchronního stroje se blok skládá z modelu motoru a pohonného zařízení. Je možné motor vypínat nebo startovat ('UNIT').

**Bočník** - používá se pro simulaci zkratů ('FAUL'). Je to reaktance XBOC připínaná mezi místo zkratu (definované procentem vzdálenosti vzdal od počátečního **uzlu větve**) a místo nulového potenciálu (zem).

**Databáze** - forma **vstupního souboru** (má standardně příponu DTB). Obsahuje hlavičku s popisem a je členěna do sekcí. Sekce mohou mít libovolný (databáze modelů bloků) nebo pevně zadaný počet záznamů (pro uzly a objekty sítě). Každý záznam je členěn do jednotlivých položek. Používá se pro přiřazení dynamických **modelů z knihovny** a **typových parametrů z katalogů** jednotlivým **objektům**.

**Editace** - úprava **vstupního souboru** pomocí uživatelského rozhraní MODMAN, vedoucí ke vzniku nové **variace** (pro **formuláře**), **varianty** (pro **chod sítě**) nebo **modifikace** (pro **databáze**)

**Editor chodů** - umožňuje vytvořit vstupní data pro nový **chod sítě**, zobrazovat a upravovat data stávajícího chodu v tabulkovém režimu a vznik nových **variant** chodu. Editor je dostupný z uživatelského rozhraní MODMAN tlačítkem na liště. Editor chodu rovněž umožňuje inicializaci dynamických modelů.

**Editor databází** - přehledně zobrazuje data o modelech **bloků** a objektů **sítě** (tj. přiřazené **modely z knihovny**, typové **parametry z katalogu** a příslušné blokové schéma). Dále editor umožňuje **editaci modelů** a tvorbu nových **modifikací**. Editor je dostupný z uživatelského rozhraní MODMAN tlačítkem na liště.

**Elektrizační soustava (ES)** - souhrn zařízení pro výrobu, přenos a využití elektrické energie. V programu jsou modelovány **bloky, síť** a **automatiky**, které plní řídicí a ochranné funkce. Dále jsou explicitně modelovány regulační trafa, sekundární regulátory P a f a čtyřstupňové frekvenční odlehčování.

**Formulář** - forma **vstupního souboru** (má standardně příponu DAT). Je členěn do sekcí, každá sekce má hlavičku s popisem zadávaných údajů a nápovědnými informacemi.

**Grafika** - zprostředkuje styk programu s uživatelem po spuštění programu. Zobrazí okamžité pojmenované hodnoty a časový průběh poměrných hodnot vybraných **proměnných** na obrazovce. Pro vybrané **proměnné** je možné zobrazení v komplexní rovině. Lze kreslit statické obrazce v komplexní rovině a veličiny z externího souboru.

**Chod sítě** - souhrn dat uložených v tabulkách **uzlů, větví a bloků**, identifikovaný svým jménem a variantami.

**Katalog** - forma **vstupního souboru** (má standardně příponu CAT), členěná do sekcí s definovaným a omezeným počtem záznamů. Hlavičky jednotlivých sekcí jsou členěny na část s údajem o aktuálním počtu záznamů a libovolným počtem komentářových řádků (mají na první pozici písmeno C). Používá se jednak pro typové **parametry modelů** (každý záznam obsahuje jednu sadu typových **parametrů** označenou symbolickým jménem, na které se odkazují **databáze modelů**). Další použití je pro katalog **symbolů**.

**Knihovna** - obsahuje hotové **modely** prvků ES. Jedná se zejména o **modely** generátorů, budičů, turbín a zdrojů pohonného média. Modely mají své symbolická jména zadávaná pomocí klíčového slova formou **řetězce**.

**LFC** – centrální regulace frekvence a přídáváním výkonů

**Logika** - nadstavba **automatik**, která na základě vyhodnocení splnění podmínek logického součtu/součinu provede hromadný a/nebo vícenásobný **zásah**

**Makro** - slouží k zadávání hromadných a vícenásobných **zásahů**.

**Model** - vyjadřuje matematický popis chování fyzikálního prvku. Popis může být ve formě diferenciálních a algebraických rovnic nebo ve formě blokových schémat s operátorovými přenosy a nelinearitami. Jedná se o určitou abstrakci skutečnosti, která umožní popsat vztahy mezi jednotlivými prvky modelované ES. Podrobný popis **modelů** je v [1]. Program použije tzv. standardní **modely**, jestliže **blok** nemá záznam v **databázi**.

**Modifikace** - pozměněný záznam v **databázi modelů**, který se ukládá do samostatné modifikované **databáze**, která je dostupná pouze danému **případu**.

**Objekt** - prvek ES, který je modelován jako pojmenovaná entita. Jedná se o **uzly**, **větvě**, **bloky**, **oblasti**, **profily**, trojvinuťová a **regulační trafa a UPFC** (definované ve vstupních souborech **chodu**), **automatiky**, **vývody**, **logiky**, **stabilizátory**, **regulátory**, **LFC** a **ARN**

**Oblast** - část ES, pro kterou se počítá analýza stavu **sítě** (dodávka, odběr, ztráty a saldo), a která může řízena **LFC**. Příslušnost **uzlu k oblasti** je definována číslem ve tabulce uzlů.

**Počáteční podmínky** - výchozí hodnoty řešení algebro-diferenciálních rovnic popisujících **ES**.

**Pracovní adresář** - adresář, kde je program nainstalován a odkud je spuštěn

**Projekt** - ucelený problém řešený programem MODES, skládá se ze vstupních a výstupních dat.

**Profil** - souhrn několika **větví** identifikovaný programem UST nebo zadaný v **souboru** KONT.DAT

**Proměnné** - veličiny získané řešením algebraicko-diferenciálních rovnic **ES** a vstupní veličiny těchto rovnic. Uživateli má k nim přístup pomocí **symbolů**. Seznam **symbolů** je v globálním **katalogu** SYMBOL.CAT

**Regulační trafa** - objekt definovaný v úseku traf **tabulky větví** identifikovaný jménem uzlu, ve kterém se udržuje zadané napětí. **Zásahem** 'OLTC' je možno toto napětí měnit.

**Regulátor** - objekt vytvářející korekční signál přičítaný k zadané hodnotě regulátoru buzení, pohonu nebo **regulačního trafa**, vstupní data jsou uložena v **souboru** STABIL.DAT.

**Přechodný děj** - proces přechodu z jednoho ustáleného stavu do druhého (děj stabilní) nebo stalý pokles/nárůst nebo netlumené kyvy u nestabilního průběhu. Při simulaci dochází k přechodnému ději nedodržením **počátečních podmínek** ustáleného stavu (např. překročením zadaných mezí), autonomní činností regulátorů (jestliže zadané hodnoty se nerovnaají skutečným) nebo **zásahem**.

**Případ** - definuje sadu vstupních souborů jednotlivého výpočtu, který byl uživatelem specifikován a uložen jako případ do **archivu**.

**Řetězec** - vstupní údaj pro jména **objektů**, klíčových slov a identifikátorů typových **parametrů**. Má formu alfanumerických znaků ohraničených apostrofem..

**Scénář** - časový sled **zásahů**, uložený ve **vstupním souboru** SCENAR.DAT.

**Servisní balíček** slouží pro přenos dat a obsahuje soubory a informaci o jejich obsahu v **SERVIS.XLS**

**Sít'** - v **modelu** souhrn **větví**, **uzlů** a připojené **zátěže**. Tyto objekty doplňují **oblasti**, **profily**, **trafa** a **UPFC**.

**Stabilizátor** - objekt vytvářející přídatný signál zaváděný do součtového členu regulátoru buzení a/nebo paralelně k výstupu regulátoru turbíny **bloku**. Vstupní data jsou uložena v **souboru** STABIL.DAT.

**Symbol** - čtyřmístný **řetězec** jména **proměnné**, kterou je možné zobrazit **grafikou** na obrazovce během výpočtu, uložit do **výstupních souborů** a použít jako vstup pro **automatiku** nebo **stabilizátor**. Seznam **symbolů** je ve **vstupním souboru** SYMBOL.CAT.

**Tabulka** - forma **vstupního souboru**. Je členěna do jednotlivých sekcí oddělených hlavičkou a zadáním počtu řádků v sekci., Každý řádek - záznam odpovídá jednomu **objektu ES**.

**Trajektorie** - časový průběh **proměnné** zobrazený **grafikou** v komplexní rovině

**Typové parametry** - konstanty **modelů bloků** definované v **katalozích**. Program použije tzv. standardní („default“) **parametry** (umístěné vždy na prvním řádku příslušného úseku v globálním **katalogu**), jestliže data nejsou definována. Během výpočtu je možno změnit parametry **modelů bloků zásahy** 'PAR1' - 'PAR9'.

**Uzel** - bod **sítě**, kde se stýkají **větvě**, jsou připojeny **zátěže**, **bloky** a **kompensační prostředky**. Je možné provádět změny činného i jalového zatížení **uzlu**. Možné jsou změny skokové ('LOAD') i plynulé - rampové ('RAMP'). Z hlediska výpočtu **ustáleného stavu** dělíme **uzly** na napájecí, odběrové a bilanční. Z hlediska výpočtu dynamiky dělíme **uzly** na napájecí s připojeným **blokem** a aktivní (s **zátěží** modelovaným statickou charakteristikou, konstantním činným/jalovým proudem, ekvivalentním asynchronním motorem a/nebo frekvenčním odlehčováním) a pasivní (modelovanou konstantní admitancí).

**UPFC** – **objekt** sítě zadávaný v tabulce VET.DAT umožňující udržovat napětí v počátečním uzlu a/nebo tok činného a jalového výkonu mezi počátečním a koncovým uzlem na zadané hodnotě.

**Ustálený stav (US)** - stav soustavy, kdy všechny **proměnné** mají konstantní průběh. Jeho řešení se provádí programem na výpočet **ustáleného stavu** a je východiskem pro modelování **přechodných dějů**. Pro výpočet US lze použít pomocného programu UST, který je součástí dodávky nebo jiný externí program na výpočet US. Součástí dodávky mohou být pomocné transformační programy, které vytvoří **vst. soubory** z výstupních souborů programů PSS/E, LFJS a ve formátu UCTE. US odpovídají data uložené v **tabulkách větví a uzlů**, která doplněná o **tabulku bloků** tvoří tzv. **chod sítě**.

**Uživatelské rozhraní** - nadstavba programového balíku MODES pracující v prostředí WINDOWS a využívající služeb tohoto prostředí. Hlavním účelem rozhraní je správa **projektů a případů**, úprava **vstupních**, přístup k **výstupním souborům** a k nápovědě.

**Variace - formulář** změněný **editací**, je identifikován pomocí přípony (trojmístné číslo).

**Varianta editací** změněný **chod sítě** odlišný od výchozího (změnou zatížení, topologie nebo nasazením **bloků**)

**Větev** - modeluje vedení, trafa a spínače. Je možné simulovat zkrat na vedení ('FAUL'), odpojení zkratu ('CLER'), měnit převod trafa ('TRAN') a spínat/odepínat **větvě** ('BRAN').

**Vstupní soubor** - obsahuje vstupní data programu (je uložen v podadresáři VST). Má formu **formuláře, tabulky, katalogu** nebo **databáze**. Jelikož se jedná ASCII datový soubor, je možné vstupní data měnit textovým editorem, který ovšem nesmí narušovat strukturu souboru. Za prázdný se považuje **soubor** obsahující pouze hlavičky jednotlivých úseků. Uživatel je používá pro naplnění svými daty.

**Výstupní soubory** - vznikají v podadresáři VYST jednak automaticky, pak mají standardní jména: INIC.HLA (chyby a varování při načítání vstupních dat a inicializaci modelů), KROK.HLA (změny integračního kroku a diagnostika), AKCE.HLA (**zásahy** dle scénáře, akce **automatik**, frekvenčního odlehčování, automatické změny odboček regulačních traf a trendové změny zatížení), UST.INI (hlášení o výkonových bilancích počátečního **ustáleného stavu** a o překročení zadaných mezí při výpočtu počátečních podmínek). Další soubory vznikají na vyžádání uživatele při kontrole - KONT.HLA (hlášení o překročení zadaných mezí vybraných veličin **sítě** během výpočtu) nebo analýze - SIT\_\*\*\*.ANA (s analýzou počátečního, koncového stavu **sítě** a rozdílu mezi nimi - výkonové a napěťové poměry **uzlů**, toky a ztrátové výkony **větví**, výkonové bilance zadaných **oblastí**; výpisem přetížených **větví** a **uzlů** s napětím mimo zadané meze), PRIM\_REG.ANA a SEK\_REG.ANA (s analýzou primární a sekundární regulace P/f). Ve zvláštních souborech s příponou GRF jsou uloženy statické charakteristiky primární regulace a as.motorů ve formě tabulek určených pro další zpracování do grafů. Dále se jedná o soubory s příponou SRI, určené pro zpracování v přídatných programech (vyhodnocení středních kvadratických odchylek, veličin sekundární regulace P/f a lineární harmonické analýzy). Jednak na přání uživatele lze zadat 19 typů uživatelských **výstupních souborů** pro ukládání časových průběhů **prosměňovaných bloků** nebo **sítě**. Tyto **soubory** mají formu pro další zpracování v tabulkových procesorech.

**Vývod** – **model** zahrnující distanční, nadproudovou a rozdílovou ochranu, synchronizační zařízení a automatiku opětného zapnutí, které vypínají a zapínají definovanou **větev**.

**Zásah** - modeluje záměrné **změny**. Může mít charakter provozní (**změny** zadaných hodnot nebo struktury regulátorů, **změny** převodů traf a konfigurace **sítě**, **změny** zatížení **uzlů**) nebo poruchový (výpadky **bloků** nebo **větví**, zkraty na vedení). **Zásahy** mohou být zadávány před spuštěním výpočtu (formou **scénáře**), po spuštění výpočtu (aktivaci horkých kláves) nebo jsou aktivovány činností **automatik a logik**.

**Zátěž** - odběr činného a jalového výkonu v **uzlu** (zadaný v **tabulce** UST.DAT), celkový objem je možné rozdělit na několik částí s různým modelováním a zároveň určit objemy zátěže pro jednotlivé stupně frekvenčního odlehčování (v **databázi** UZLY.DTB).

## 1. ÚVOD

### 1.1 Určení programu

MODES je určen pro výpočet **přechodných dějů** (dynamickou simulaci) v **elektrizační soustavě (ES)** na osobních počítačích. Dynamická simulace **ES** obsahuje tyto fáze:

1. získání výchozího **chodu** sítě
2. ladění výchozího **ustáleného stavu**
3. přiřazení **bloků** do napájecích **uzlů**
4. inicializace **modelů bloků**
5. zadání modelů **zátěže, automatik, logik**, regulačních traf a regulátorů P/f, **stabilizátorů, regulátorů**
6. určení poruch, odpovídajících **zásahů** a tvorba **scénářů**
7. simulační výpočty
8. analýzu výsledků.

Balík programů MODES obsahuje prostředky umožňující a usnadňující práci ve všech těchto fázích a může se uplatnit zejména v těchto oblastech:

- a. výuka a studium **přechodných dějů**
- b. studie propojení různých **elektrizačních soustav**
- c. tvorba obranných plánů proti šíření velkých poruch v **elektrizační soustavě**
- d. tvorba obnovovacích plánů po rozpadu **elektrizační soustavy**
- e. kontrola činnosti a nastavení ochran a automatik
- f. kontrola a optimalizace parametrů (případně struktury) sekundární regulace P/f i U/Q
- g. studium přechodných dějů ve vlastní spotřebě elektrárny (najíždění pohonů, záskok rezervy)
- h. výpočet časových průběhů zkratových proudů (i nesymetrických)
- i. studium chování **elektrizační soustavy** při malých kyvech

S použitím programu se může uživatel seznámit v Průvodci [2]. Veškerá dokumentaci najde uživatel v elektronické podobě (jako dokument programu MS WORD) v adresáři DOKUMENTY na instalačním disku. V průvodcích jsou ve formě připravených **projektů** ukázány prostředky a postupy, které MODES umožňuje při dynamické simulaci ES. Kromě toho je také dokumentace dostupná z rozhraní MODMAN na záložce Dokumentace. Zde jsou také popsány nové **projekty** a **případy** přidáné do příslušné verze programu.

### 1.2 Možnosti a účel programu

Program umožňuje provádět výpočty krátkodobé, střednědobé a dlouhodobé stability. Pro tento účel je program vybaven **knihovnou** hotových **modelů** generátorů, budičů, pohonů a jejich zobecněných regulátorů, které jsou podrobně popsány v Popisu [1].

Zde je nutné zdůraznit, že uvedené přechodné děje jsou vyšetřovány z hlediska chování **sítě** (programy tohoto typu se nazývají síťové simulátory). Tomu také odpovídá přesnost použitých **modelů**. Ty jsou použitelné pro relativně malé **změny** provozních veličin, což je důležité hlavně pro pohony **bloků**, které vykazují nelinearity akčních členů (takže použité konstantní parametry linearizovaného **modelu** platí pro určitý výchozí stav a pro relativně malé odchylky od něho) a jejich regulátory mohou mít proměnnou strukturu závislou na provozním stavu.

Program obsahuje základní- tzv. globální **katalog** typových parametrů, který je umístěn v podadresáři GLOBAL.DAT **pracovního adresáře**. Kromě toho každý projekt může obsahovat vlastní katalog typových parametrů - tzv. lokální, který si uživatel může sám doplňovat.

Účelem programu MODES je tedy odpovídat na otázku: "Jak se chová **elektrizační soustava**, když dojde k nějaké změně?". Tyto změny se zadávají v programu pomocí **zásahů** definovaných **scénářem** nebo prováděných **automatikami a logikami**. Chování soustavy se posuzuje podle časových průběhů zobrazených v **grafice** a/nebo uložených do uživatelských výstupních souborů. Dále je možno provádět kontrolu překročení limitních hodnot jak během výpočtu, tak v počátečním a koncovém stavu.

Kromě MODESu ve formě výkonného programu, existuje i MODES.DLL, který obsahuje vstupní body, které lze volat z jiné aplikace a využívat tak výpočetní jádro MODESu („Simulation engine“).

Speciální aplikaci představuje DMES.DLL, který kromě výpočetního jádra obsahuje datové rozhraní pro použití v tréninkovém trenažéru.

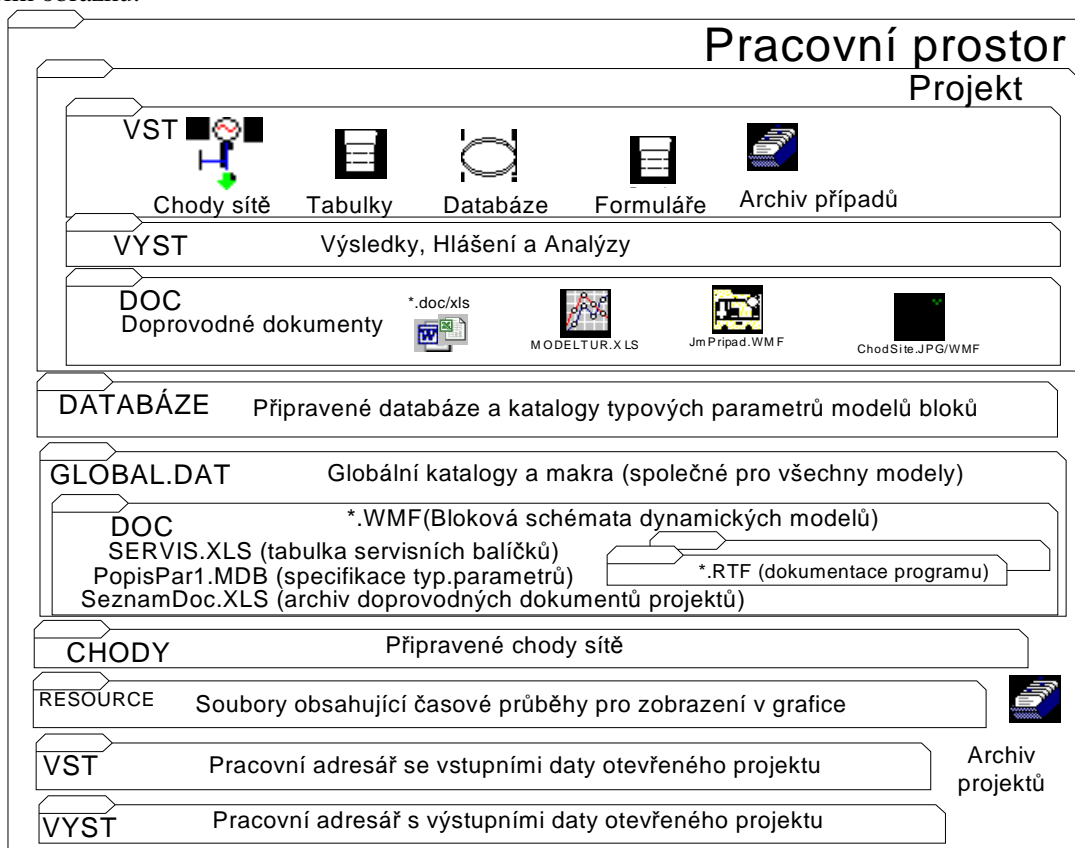
### 1.3 Koncepce programu

Použití programu je postaveno na čtyřech základních principech:

- na modulární architektuře
- na konceptu **projektů a případů**
- na třírozměrném datovém modelu
- na konceptu **knihoven modelů** a typových parametrech.

#### 1.3.1 Vícevrstvá a modulární architektura

Struktura pracovního prostoru balíku programu MODES (fyzicky umístěná v **pracovním adresáři**) je na následujícím obrázku:



Obr. 1. Architektura pracovního prostoru MODESu

Základní organizační jednotkou sdružující vstupní/výstupní data pro programy balíku MODES je **projekt**. Každý **projekt** má odpovídající podadresář v **pracovním adresáři** MODESU, přičemž jméno podadresáře je totožné s jménem **projektu**. V projektovém adresáři jsou tři podadresáře - VST (se **vstupními soubory** a archívy **případů** a **editací**), VYST (s **výstupními soubory**) a DOC (soubory s grafickými informacemi typu WMF, případně další soubory související s daným **projektem**). Každý **projekt** má záznam v **archivu projektů**.

**Projekt** se skládá z jednoho nebo více **případů**. **Případ** je sestava vstupních dat programu MODES (skládající se z varianty **chodu sítě**, **modifikace databáze modelů** a **variace** parametrů výpočtu) doplněná o vlastní identitu skládající se z:

- jména **případu** (osmimístný řetězec bez diakritiky z velkých písmen bez mezer) a autora
- datumu vzniku a poslední manipulace
- popisu **případu**.

Každý **případ** má záznam v **archivu případů**.

Pouze jeden **projekt** a **případ** je aktivní. Vstupní adresář aktivního **projektu** je rozhraním MODMAN zkopírován do pracovního podadresáře VST. Informace o aktivním **případu** jsou uloženy v **archivu editací** EDIT.ARC, který tvoří „interface“ mezi MODMANem a MODESem. Do tohoto **archivu** se ukládají informace o nově vytvořených nových **variacích formulářů**, **variantách chodů** a **modifikacích databází modelů**. Výkonné programy MODES, ZKRATY a UST zjistí z **archivu editací**, které **vstupní soubory** má načíst a informace o jménu **případu**.



Kromě projektových a pracovních podadresářů VST/VYST (kopie dat aktivního projektu) obsahuje prostor adresáře, které jsou společné všem **projektům**. Jedná se zejména o adresář GLOBAL.DAT obsahující globální **katalogy typových parametrů** a globální tabulku **maker**. Globální znamená dostupnou všem **projektům**.

Kromě toho je zde podadresář DOC obsahující:

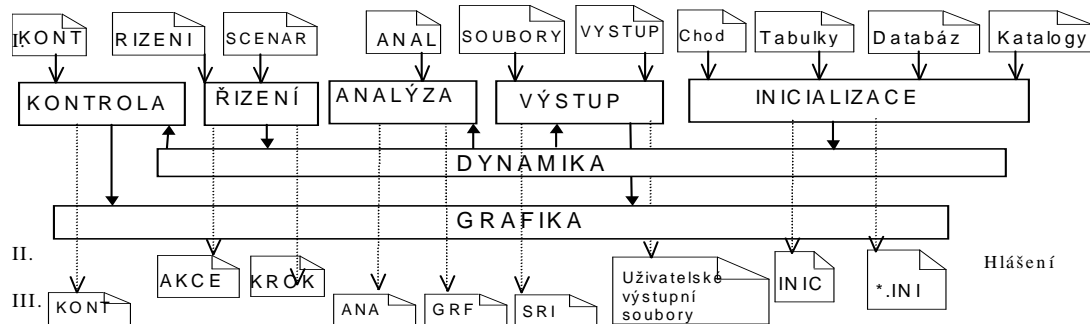
- bloková schémata dynamických modelů pro Editor dynamických modelů bloku a dialog **grafiky**
- archiv servisních balíčků se seznam inovovaných souborů a importovaných dat
- databázi popisu typových parametrů pro Editor dynamických modelů bloku
- archiv doprovodných (vytvořených uživatelem) dokumentů projektů uložených v podadresáři DOC
- podadresáře s dokumentací programu.

Adresář CHODY jsou skladištěm vytvořených chodů sítě, kam byly dříve uloženy např. při transformaci z jiných datových formátů nebo exportem z programů GLF. Adresář DATABAZE obsahuje databáze dynamických modelů a odpovídající **katalogy typových parametrů** vzniklých činnostmi různých pomocných programů balíku MODES. Vytvořené **chody** i **databáze** mohou být následně použity pro tvorbu nových **projektů** a **případů**.

V podadresáři RESOURCE mohou být umístěny datové ASCII soubory s uloženými časovými průběhy (první sloupec čas a v dalších sloupcích závisle proměnné veličiny). Program MODES je umí načíst a zobrazit v **grafice**, takže je možné porovnávat měřené a počítané průběhy.

Jako vedlejší produkty při tvorbě **modifikací/variant** pomocí **Editorů databází/chodů** vznikají soubory TYP\_BLOK/CHODY.MDB, který představuje **katalog typových parametrů bloků** a jednotlivé tabulky s objekty **sítě** ve formátu MS ACCESS.

MODMAN umožňuje i zobrazování grafických informací o daném chodu sítě nebo případu, které jsou vytvořeny ve formátu WMF (případně JPG a EMF pro chody sítě), mají jméno chodu sítě nebo případu a jsou uloženy v podadresáři DOC projektového adresáře.



**Obr. 2** Struktura programu MODES včetně vstupních a výstupních souborů

V obrázku jsou naznačeny tři vrstvy programu MODES a tři úrovně datových souborů. „Jádro“ programu tvoří dynamický **model**. Tato vrstva, označená jako DYNAMIKA simuluje **bloky, síť, automatiky a logiky**, činnost frekvenčního odlehčování, regulace traf a sekundární regulátory P/f **oblastí**.

Na "jádro" navazuje "nastavba", která provádí tyto funkce:

- INICIALIZACE - provádí načtení vstupních dat o modelované **ES** a výpočet **počátečních podmínek**
- ŘÍZENÍ - určuje režim výpočtu a realizuje předem zadaný sled **zásahů** podle **scénáře**
- KONTROLU - počítá vybrané veličiny **sítě** a kontroluje překročení zadaných mezí
- ANALÝZU - provádí výpis stavu **sítě**, primární a sekundární regulace, výstupy pro přídavné programy
- VÝSTUP - provádí výstup vybraných **proměnných** do **grafiky** a uživatelských **výstupních souborů**

Styk uživatele s programem zajišťuje jednak **grafika** a jednak **vstupní/výstupní soubory**. **Grafika** zprostředkuje ovládání programu během výpočtu horkými klíči F1-F8 (pro některé **zásahy**) a klávesou ESC (pro přerušení výpočtu). Zároveň informuje o průběhu výpočtu piktogramy, časovými průběhy a okamžitými hodnotami vybraných **proměnných** a hlášením o posledním provedeném **zásahu**. Vzhled **grafiky** se zadává do **vstupního souboru** v textovém režimu příkazem **Modifikovat| Grafika** nebo v dialogovém režimu tlačítkem z lišty.

První úroveň dat tvoří **vstupní soubory**. Ty můžeme dále rozdělit na **variace formulářů** (prvních šest souborů odleva označených svými standardními jmény) s požadavky na funkci programu, **chody** (obsahují výchozí ustálený stav **sítě** a data připojených **bloků**), **tabulky** (definují další **objekty** jako **automatiky, logiky, externí regulátory** a **stabilizátory**, centrální regulátory **oblastí** a **ARN**), základní a modifikované **databáze** (přirazují **modely** a **typové parametry** pro **bloky, uzly, regulační trafa** a **UPFC**) a nakonec globální a lokální **katalogy**. Spodní dvě úrovně tvoří **výstupní soubory**. První čtyři soubory v předposlední úrovni jsou standardně vznikající soubory s hlášením programu. Soubory s příponou INI vznikají při výpočtu počátečních podmínek dynamických



modelů. Poslední úroveň tvoří soubory, jejichž vznik je třeba explicitně zadat v příslušném formuláři. Pro soubory s analýzou se to provede příkazem **Modifikovat| Analýza**, pro soubor s kontrolou překročení zadaných mezí příkazem **Modifikovat| Kontrola** a pro uživatelské výstupní soubory příkazem **Modifikovat| Uživatelské soubory**.



Hotové, tedy uživatelem odladěné **chody** a **databáze** (včetně příslušných katalogů) je možno skladovat v podadresářích CHODY a DATABAZE odkud mohou být použity při sestavování nového **projektu** a **případu**. Uložit odladěný **chod** do skladiště CHODY je možné **editorem chodů** pomocí tlačítka **Uložit chod**.

### 1.3.3 Knihovní modely a typové parametry

Koncept knihovních **modelů** je založen na tom, že struktura **modelů** je společná pro řadu objektů **ES** a liší se pouze **parametry**. **Model** pro každý **objekt** tedy není vytvářen individuálně, ale je vybrán z hotových **modelů** prvků, dostupných v **knihovně** programu.

Koncept **typových parametrů** je založen na tom, že řada **objektů** je stejného nebo obdobného typu. **Parametry** pro každý **objekt** tedy nejsou zadávány individuálně, ale jsou vybrány z hotových sad, dostupných v **katalogu** programu. Uživatel si může používat své lokální **katalogy** dostupné jednotlivým **projektům** nebo použít standardní připravené parametry z globálního **katalogu**.

**Model** objektu **ES** je tedy definován popisem knihovních (nebo uživatelských) **modelů** a **typových parametrů**. Jelikož tento souhrn je relativně stálý, je umístěn do **vstupních souborů** typu **databází**, které mohou být společné pro více vyšetřovaných **projektů**.

**Katalogy** typových parametrů jsou buď globální nebo lokální. Globální **katalogy** jsou uloženy ve zvláštním podadresáři GLOBAL.DAT a jsou přístupny všem **projektům**. Nedoporučuje se uživateli provádět do něho změny, neboť je programem využíván pro ošetřování nestandardních situací při zadávání vstupních dat. Lokální **katalogy** jsou uloženy v podadresáři VST a jsou tedy dostupné pouze **případům** daného **projektu**. Při přiřazování typových parametrů jednotlivým modelům program nejprve načte první sadu typových parametrů a každého úsek globálního **katalogu**. Tyto parametry jsou pak implicitně použity, jestliže uživatelem zadané parametry nejsou v **katalogu** zadány nebo je překročen celkový dovolený počet typových parametrů. Dále jsou přednostně přiřazovány typové parametry z lokálního **katalogu** a nakonec ze zbytku globálního **katalogu**. Typové parametry z lokálního **katalogu** jsou tedy přiřazovány přednostně (kromě implicitního přiřazení, pro které se použije první sada „default“ z **globálního katalogu**). Toto řešení má výhodu v tom, že globální **katalogy** obsahují standardní sady typových parametrů, která jsou součástí dodávky programu. Lokální **katalogy** jsou obvykle vytvářeny uživatelem, případně mohou obsahovat stejnojmenné upravené sady standardních parametrů (i když je pochopitelně vhodné, aby jména v globálním a lokálním **katalogu** nekolidovaly).

Databáze modelů bloků a sítě mají dvojí charakter. Jednak jsou to tzv. základní databáze mající standardní příponu DTB. Dále to mohou být tzv. **modifikace** těchto základních databází, které vytvoří MODMAN při **editaci databáze** v dialogovém režimu (při volbě **Modifikovat Databáze**). **Modifikace** má třímístnou číselnou příponu, kterou jsou jednotlivé **modifikace** jednoznačně identifikovány a mohou být využity různými **případy** daného **projektu**. Při inicializaci **modelů** program nejprve pro daný případ použije modifikovanou **databázi** a pak základní **databázi**. Platí tedy, že záznamy z **modifikace** slouží jen danému **případu** a záznamy ze základní **databáze** se použijí tehdy, není-li nalezen příslušný záznam v **modifikaci**. Řešení má výhodu v tom, že při ladění **modelu** se změny (např. změny použitého **modelu** zátěže, objemu frekvenčního odlehčování nebo změny typových parametrů) v **modifikaci** dotýkají pouze řešeného **případu** a základní **databáze** je konzistentní pro ostatní **případy** daného **projektu**.

## 2. PODMÍNKY FUNKCE PROGRAMU

### 2.1 Požadavky na HW a SW

Program pracuje na osobních počítačích s procesorem 386 a vyšším s barevným monitorem (karta EGA nebo VGA). Je nutné mít dostatek operační paměti, jinak program při spuštění ohlásí nedostatek paměti, pak je nutné paměť uvolnit, rozšířit nebo požádat o předimenzování programu.

Vlastní program MODES pracuje v prostředí operačního systému DOS 5.1 a vyšší. **Uživatelské rozhraní MODMAN** vyžaduje 32 bitový operační systém WINDOWS 95 a vyšší.

### 2.2 Instalace balíku programů MODES

Instalace balíku MODES se provádí v prostředí WINDOWS pomocí instalačního kompaktního disku podle návodu na jeho štítku. Uživatel má možnost zadat cestu do **pracovního adresáře**, kam bude program nainstalován.


Instalační program zkontroluje velikost místa na disku a pak kopíruje tyto soubory:

1. výkonné soubory balíku (EXE a DLL), pomocné datové soubory a archiv projektů do **pracovního adresáře**
2. podadresáře s **projekty**
3. na požádání elektronickou dokumentaci dostupnou na záložce DOKUMENTACE rozhraní MOMAN.
4. příslušenství k prostředí MODMAN (dynamicky linkované knihovny a pod.).

Instalační program instaluje pouze novější verze všech souborů. Informace o instalačním procesu jsou uloženy v souboru se jménem St5unst v **pracovním adresáři**. Pokud se instaluje do stávajícího pracovního adresáře přepíše instalační program vzorové projekty (které jsou součástí dodávky). Pokud v nich má uživatel provedeny změny, je nutné si změněné vzorové projekty uložit pod novým jménem příkazem **Projekt|UložitJako**.

V případě, že v instalovaném archivu jsou vzorové projekty, které nejsou ve stávajícím archivu PROJECTS.ARC, instalační program je tam přidá.



### 2.3 Spuštění, přerušení a ukončení programu MODES

Spuštění programu MODES se z nadstavby DOSu provede najetím kurzoru na soubor MODES.EXE v **pracovním adresáři** a stisknutím ENTER. Přímě z prostředí DOSu se program spouští vypsáním příkazu MODES a stisknutím klávesy ENTER. Spuštění programu MODES z rozhraní MODMAN se provede příkazem **Spust|Simulace** nebo tlačítkem .

Po spuštění se na obrazovce objeví hlášení programu ovládajícího rozšířenou paměť ("DOS extender") a hlavička programu s číslem verze. Pak program vypisuje průběh načítání a zpracování vstupních dat. Během výpisu lze program ukončit stiskem kláves CTRL a C. Po výpisu vstupních informací se objeví na obrazovce **grafika**. Program lze přerušit klávesou ESC. Stiskem kláves P nebo K lze vybrat pokračování nebo ukončení programu.

### 2.4 Spuštění programu UST

Výpočet chodu sítě se provede spuštěním výkonného souboru UST.EXE, který zajistí zálohování původního **vstupního souboru** UST.DAT (záloha má příponu ORG) a provede vlastní výpočet US, jehož výsledek se uloží v podadresáři VST do souboru UST.DAT, který lze bez úprav použít programem MODES. **Vstupní soubory** tvoří zmíněný soubor UST.ORG, soubor VET.DAT a soubor RIZENI.DAT s parametry výpočtu. Hlášení o chybách a diagnostice jsou ve **výstupních souborech** CHOD.HLA a UST\_DIAG.HLA, které jsou uloženy v podadresáři VYST.

Spuštění programu UST z rozhraní MODMAN se provede příkazem **Spust|Chod sítě** nebo tlačítkem . Hlášení programu je dostupné příkazy **Hlášení|Chod sítě/Diagnostika výpočtu chodu sítě**. Pro ladění chodu sítě je výhodné použít Editor chodů, který se spouští tlačítkem .

### 2.5 Spuštění programu MODMAN

Spuštění programu MODMAN se z nadstavby WINDOWS (typu Explorer) se provede najetím kurzoru na soubor MODMAN.EXE v **pracovním adresáři** a stisknutím ENTER nebo kliknutím na jeho ikonu. Je možné umístit ikonu programu na pracovní plochu a spouštět program MODMAN odsud.

Pro správnou dialogů MODMANu je nutno mít v prostředí WINDOWS nastavenou **tečku** jako oddělovač desetinných míst (viz instrukce u instalačního CD nebo dokumentaci WINDOWS).

### 3. DRUHY VSTUPNÍCH SOUBORŮ

Jak již bylo řečeno, vstupní data jsou uloženy ve **vstupních souborech** a lze je měnit textovým editorem. Z **uživatelského rozhraní** MODMAN je editace **vstupních souborů** dostupná z menu **Modifikovat**.

Rozdělení **souborů** dle formy a obsahu je v následující tabulce:

Chody		Tabulky-*.###	Databáze-*.###	Formuláře-*.###	Katalogy-*.CAT
UST.DAT VET.DAT GEN.DAT NESYM.DAT	Ident__T.UST IdentN__.GEN IdentNZT.UST	AUTOMAT STABIL AUTSEK LOGIC	UZLY SIT BLOK	RIZENI ANAL KONT SCENAR VYSTUP SOUBORY	TYP_BLOK TYP_SIT SYMBOL

Zástupný symbol ### znamená buď standardní příponu DAT/DTB (pro **tabulky** a **formuláře/databáze**) nebo číslo **variace** nebo **modifikace** (pro **formuláře/databáze**). Jména souborů chodu tvoří osmimístný řetězec, který se skládá z pětímístného identifikátoru chodu (v tabulce označeny jako Ident) a číselnou částí pro varianty chodu (v tabulce označeny písmeny NZT).

Soubor NESYM.DAT slouží k zadání parametrů **sítě** pro zpětnou a netočivou složku. Je jeden pro celý projekt, takže obsahuje data pro všechny **chody sítě** v **projektu** obsažené.

Data pro netočivou složku vedení a traf je možno zadávat přímo do tabulky VET.DAT (vznikají tak tzv. rozšířené záznamy větví a traf).

■ Při úpravách vstupních **souborů** jsou dodržovány tyto konvence:

- **vstupní soubor** obsahuje hlavičku s významem a svým jménem (kromě scénáře SCENAR.DAT)
- jména **objektů**, jsou zadávána pomocí řetězců
- jako oddělovače slouží mezery nebo čárky (nepoužívat tabulátory) ; na počtu mezer mezi údaji nezáleží
- ve složených závorkách jsou nápovědné informace o počtu a formátu zadávaných údajů
- v kulatých závorkách jsou informace o omezení počtu
- pod plnou čáru (\_\_\_\_\_) je nutno napsat údaj
- pod přerušovanou čáru (\_\_\_\_\_) 1x-pro Kont=1) se doplní uvedený počet řádků při splnění podmínky uvedené na konci čáry, při nesplnění podmínky se řádek nekládá
- hvězdičková čára (\*\*\*\*\*) slouží jako oddělovač
- v hlavičkách **katalogů** oddělujících jednotlivé sekce lze vkládat komentářové řádky začínající velkým písmenem C a mezerou s následujícím libovolným textem (řádky lze vkládat i mezi jednotlivé záznamy)
- vykřičníková čára (!!!!!) signalizuje ukončení datové části **souboru** a za ní lze psát své poznámky
- řádkové komentáře v **katalozích typových parametrů** začínají znakem vykřičníku.

Je vhodné textové editory umožňující blokové operace pro snadné vkládání a kopírování řádků.

☑ pro úpravu **vstupních souborů** se používá menu **Modifikovat** a příkaz z následující tabulky:

Formuláře	Chody a tabulky	Databáze	Katalogy
Řízení výpočtu⇒ RIZENI Analýza⇒ ANAL Kontrola ⇒ KONT Scénář⇒ SCENAR Grafika⇒ VYSTUP Uživatelské soubory⇒ SOUBORY	Uzly ⇒ UST Větvě ⇒ VET Bloky ⇒ GEN Zpětná a net. sl. ⇒ NESYM Automatiky,vývody⇒ AUTOMAT LFC ⇒ AUTSEK Stabilizátory, ARN ⇒ STABIL Logiky⇒ LOGIC	..uzlů⇒ UZLY ..sítě ⇒ SIT ..bloků ⇒ BLOK	..bloků ⇒ TYP_BLOK ..sítě⇒TYP_SIT ..symbolů⇒SYMBOL

MODMAN umožňuje dvojí režim textový a dialogový. V textovém režimu (při nezaškrtnuté volbě **Dialogy/Tabulky/Databáze** v nabídce **Modifikovat**) se pro editaci využívá textový editor, který si uživatel zadá příkazem **Options**. Pak je nutno se řídit výše uvedenými konvencemi. Zaškrtnutými volbami **Dialogy/Tabulky/Databáze** je vybrán dialogový režim **editace**, který umožňuje automatickou správu **variací/variant/modifikací formulářů/chodů/databází**. V tomto případě se vstupní soubory editují pomocí jednotlivých **dialogů**, **editoru chodů** a **editoru databází**. MODMAN upravuje vždy aktuální **variaci/variantu/modifikaci** daného **případu** - informace o aktuální příponě jsou uloženy v archivu EDIT.ARC, který je uložen v podadresáři VST.

**Vstupní soubory** lze rozdělit do následujících kategorií:

A) **Soubory chodu** tvoří základ modelu ES - tyto **soubory** obsahují informace o:

- vstupních datech **sítě** (výsledky **ustáleném stavu** včetně definice **oblastí** a **profilů** - viz **tabulka uzlů**

- parametrech **větví** včetně parametrů regulačních a trojvinutových traf a **UPFC** - viz **tabulka větví**
- parametrech **bloků** - viz **tabulka bloků**

Tyto soubory lze editovat v textovém režimu příkazem menu **Modifikovat/Tabulky** nebo v tabulkovém režimu **Editorem chodů** tlačítkem na liště. Výjimku tvoří **NESYM.DAT**, který lze editovat jen textově.

**B) Tabulky** obsahují informace o dalších **objektech** modelu **ES**, které tvoří:

- **automatiky** (**AUTOMAT.DAT**)
- **stabilizátorech, regulátorech a ARN** (**STABIL.DAT**)
- **logiky** (**LOGIC.DAT**)
- a o sekundárních regulátorech P/f **oblastí** (**AUTSEK.DAT**)

**Soubory** mají převážně tabulkovou strukturu s pevně zadaným počtem řádek, odpovídajícím počtu objektů.

**C) Databáze** - tyto **soubory** obsahují záznamy s údaji o **modelech bloků** (**BLOK.DTB**), **zátěže** včetně frekvenčního odlehčování (**UZLY.DTB**), prvků **sítě - regulačních traf** a **UPFC** (**SIT.DTB**). **Soubor BLOK.DTB** obsahuje nespecifikovaný počet záznamů, takže jejich počet není omezen a může být uživatelem libovolně doplňován a aktualizován (udržován). U zbývajících dvou **souborů** je počet záznamů specifikován. To je výhodné v počátečních fázích inicializace dynamických **modelů**, kdy napsáním 0 v **souboru UZLY.DTB** se zatížení modeluje standardním způsobem konstantní admitancí (záznamy v **databázi** zůstávají) a později opravit počet aktivních záznamů podle potřeby. Při inicializaci **modelů** program prohledá **databázi** a pokud najde **objekt** podle jména, přiřadí mu **modely** a typové **parametry** z **databáze**. Pokud objekt není v **databázi** nalezen, jsou mu přiřazeny standardní **modely** a **parametry**. Stejně jako ostatní **vstupní soubory** jsou **databáze** umístěny v podadresáři **VST** a mohou mít charakter základní databáze (s příponou **DTB**) a nebo její modifikace (s třímístnou číselnou příponou), která přísluší vždy konkrétnímu **případu**.

Tyto soubory lze editovat v textovém režimu příkazem menu **Modifikovat/ Databáze** nebo v tabulkovém režimu **Editorem databází** tlačítkem na liště jako databáze.

**D) Katalogy** - tyto **soubory** mají „katalogovou“ strukturu, tj. obsahují jednotlivé záznamy rozdělené do sekcí oddělených hlavičkami. Hlavičky obsahují údaj o počtu záznamů v sekci a libovolný počet komentářových řádků začínajících velkým písmenem C. Tyto řádky program nečte a slouží pro zlepšení přehlednosti **katalogů** a poznámky uživatele. Komentářové řádky mohou být i mezi jednotlivými záznamy v sekci. Jedná se o **katalogy** typových parametrů **modelů** jednotlivých **bloků** (**TYP\_BLOK.CAT**) a prvků **sítě** (**TYP\_SIT.CAT**). Program používá tzv. globální a lokální **katalogy**. Globální jsou umístěny ve zvláštním podadresáři **GLOBAL.DAT pracovního adresáře** a jsou dostupné všem **projektům**. Uživatel by do globálního katalogu neměl zasahovat neboť ho program využívá jako zdroj standardních parametrů. Lokální **katalogy** jsou umístěny v podadresáři **VST** a jsou dostupné všem **případům**. Globální **katalog SYMBOL.CAT** obsahuje seznam všech **symbolů proměnných bloků a sítě**, které lze zobrazit **grafikou**, vytisknout do **výstupních souborů** nebo použít jako vstupy pro **automatiky a stabilizátory**

**E) Formuláře** definující funkce programu, tedy to co uživatel od programu vyžaduje. Jelikož funkce jsou různorodé, odpovídá tomu i složitější formulářová struktura. Správné vyplňování a orientaci usnadňuje uvedená konvence. V **uživatelském rozhraní** se editují v dialogovém režimu (volbou **Dialogy**), což umožňuje automatickou správu jejich **variací** (rozlišením přípony se identifikuje příslušnost **variace** určitému **případu**).

**F) Soubory** se zvláštní strukturou. Patří sem **SCENAR.DAT**, sloužící pro zadávání **zásahů** podle **scénáře**. **Soubor** obsahuje časový sled **zásahů**, definovaných pomocí času a klíčového slova, počtu **zásahů** jednoho typu, jména **objektu** a dvou parametrů specifikujících **zásah**. Druhý **soubor MAKRA.DAT** obsahuje tzv. **makra** umožňující zadávání hromadných nebo vícenásobných **zásahů** (které provádějí **automatiky a logiky**). **Makra** lze také alternativně využít pro zadávání **zásahů** podle **scénáře**.

Kromě výše uvedených souborů (které slouží pro styk uživatele s programem) program pro svou práci využívá pomocné datové soubory s fonty pro **grafiku** (**GRAF.DAT**), a varovnými hlášeními (**REPORT1, 2, 3.DAT**) a archivy projektů, případů a editací.

### 3.1 Soubory chodu

Chod sítě je uložen ve třech ASCII souborech jejichž jméno je tvořeno podle následující konvence: každý chod je identifikován uživatelem zadaným povinně pětímístným řetězcem &&&&& (kde za & lze dosadit libovolný alfanumerický znak bez diakritiky případně pomlčku nebo podtržítka), který musí být v rámci skladiště unikátní. Jednotlivé soubory chodu jsou pak pojmenovány:

&&&&&NZT.UST pro tabulku uzlů obsahující úsek uzlů, oblastí a profilů

&&&&&\_\_T.VET pro tabulku větví obsahující úsek větví, regulační traf

&&&&&N\_\_GEN pro tabulku bloků obsahující úsek synchronních generátorů a asynchronních motorů, kde za NZT se dosadí číslo variace nasazení bloků, zatížení uzlů a topologie sítě.

#### 3.1.1 Tabulka uzlů

**Tabulka uzlů** (uložená ve standardním souboru UST.DAT nebo variantě chodu &&&&&NZT.UST) obsahuje výsledek výpočtu výchozího **ustáleného stavu**, kromě jmen **uzlů** a vztažných hodnot napětí, modul a fáze napětí v **uzlu**, výkony odběrů, dodávek a kompenzace; jsou zde i informace pro program UST (čísla bilančních **uzlů** a u napájecích **uzlů** nenulový rozsah jalové dodávky  $Q_{\min}$ - $Q_{\max}$ ). Struktura souboru je následující:

'Komentářový řádek v apostrofech'

'Komentářový řádek v apostrofech'

NUzl-pocet uzlu,cislo ref.uzlu,Sv-vztazny vykon[MVA]

31100.0000000

Hlavička úseku uzlu

Uziv. cislo	Jmeno uzlu	Cislo obl.	Uv [kV]	absU [kV]	argU [stup]	Podb [MW]	Qodb [MVar]	Pdod [MW]	Qdod [MVar]	Qkomp [MVar]	Qmin [MVar]	Qmax [MVar]	Uzad [kV]	Nk [-]	Qki [MVar]
1	'GEN_UZEL'	1	16.00	16.500	0.000	0.00	0.00	100.39	128.61	0	-1000	1000	16.5		
2	'ROZV_DS'	2	110.00	100.244	-5.047	91.90	20.40	0.00	0.00	0	0	0			

Záznamy uzlu

N\_ob: pocet oblastí s regulaci salda

2

Hlavička úseku oblastí

Porad. cislo	Jmeno oblasti	Saldo [MW]	Ztráty [MW]	Priznak ekv. [0/1]	Pd [MW]	Po [MW]
1	'VS'	100.4				
2	'DS'	-96.2				

Záznamy oblastí

N\_pr: pocet profilu mezi oblastmi

1

Hlavička úseku profilu

Porad. cislo	Jmeno profilu	Jmena oblastí	Prenos [MW]	Ztraty [MW]	Jmena Vetvi
1	'Pr_1-2'	'VS'	'DS'	100.4	4.1 'TR_1-3'

Záznamy profilu

Soubor obsahuje dva komentářové řádky v apostrofech s popisem chodu a úseky **uzlů**, **oblastí** a **profilů**:

Každý záznam **uzlu** obsahuje:

1. identifikační číslo **uzlu** do 999999 a jméno **uzlu** -alfanumerický max. osmimístný řetězec bez diakritiky
2. identifikační jméno **uzlu** -osmimístný řetězec bez diakritiky a mezer
3. identifikační číslo **oblastí** Iobl (celé číslo z rozsahu 1-99)
4. vztažné napětí  $U_v$  v kV, modul a fáze skutečného napětí v **uzlu** jako výsledek výpočtu chodu
5. odebíraný činný a jalový výkon, dodávaný činný a jalový výkon
6. kompenzační výkon kladný pro kondenzátor v MVA při napětí rovném vztažnému  $U_v$ .
7. regulační rozsah  $Q_{\min}$ - $Q_{\max}$  nenulový pro napájecí uzly.
8. zadané napětí  $U_{zad}$  pro napájecí uzly (program UST umožňuje start z výchozích nebo zadaných hodnot napětí)
9. až tři kompenzační bočníky, které lze postupně vypínat/zapínat během výpočtu **zásahem** SHNT

Každý záznam **oblastí** obsahuje:

1. identifikační číslo (koresponduje s Iobl v úseku uzlů) a jméno-alfanumerický šestimístný řetězec bez diakritiky
2. saldo, ztráty, dodávaný a odebíraný včinný výkon  $P_d$  a  $P_o$  (dopočítá program chodu sítě UST).

Každý záznam **profilu** obsahuje:

1. identifikační jméno **profilu** -osmimístný řetězec a jména **oblastí** mezi nimiž se **profily** nacházejí
2. přenos výkonu a ztráty **profilu** (dopočítá program chodu sítě UST)
3. seznam jmen větví **profilu** (program chodu sítě UST generuje automaticky profily mezi oblastmi).

Pokud nejsou **profily** ( $N_{pr}=0$ ) zadány, jsou vygenerovány automaticky po výpočtu chodu sítě programem UST (jména profilů pak mají standardní jména  $P_{\#\#-\#\#}$ , kde  $\#\#$  jsou uživatelská čísla **oblastí**).

Každý **uzel** je identifikován jednak svým uživatelským číslem jednak svým jménem a jednak pořadovým číslem **oblasti**. Uživatelské číslo slouží pouze k identifikaci **větví** v tabulce VET.DAT a k identifikaci bilančních **uzlů** (tzv. „slack buses“) v programu UST (referenčních **uzlů** v programu MODES). Jinak pro identifikaci objektu **uzel** v programu MODES slouží zásadně jméno. Bilanční **uzly** v programu UST slouží k pokrytí výkonové bilance (rovnováhy mezi výrobou a spotřebou včetně ztrát) jednotlivých ostrovů.



Pokud uživatel nezadá pro ostrov bilanční uzel, program UST určí bilanční uzel sám (první napájecí uzel ostrova a pokud ostrov nemá napájecí uzel, program přeřadí první odběrový uzel mezi napájecí).

Referenční **uzel** v programu MODES slouží pouze k tomu, že fázor napětí tohoto **uzlu** se stane referenční a fáze napětí ostatních uzlů se vztahují k tomuto fázoru.

☞ Jestliže uživatel modeluje asynchronní motory jako **bloky** (t.j. jsou zadány ve **vstupním souboru** GEN.DAT v úseku motorů) je jejich sumární odběr v **uzlu** uveden ve sloupcích dodávky ze záporným znaménkem.

Jestliže druhý komentářový řádek začíná slovem Interface, je to bráno jako příznak, že soubor je výsledkem programu GLF (viz níže) a MODES automaticky přizpůsobí model větve (přemístí příčnou vodivost v počátečním uzlu za ideální transformátor, aby byla zaručena kompatibilita).

Další sekce **oblastí** a **profilů** nejsou povinné. Jestliže je uživatel nezadá, vygenerují se automaticky programem UST, přičemž se oblastem a profilům přiřadí standardní jména Obl#i a P#i-#j, kde #i je identifikační číslo **oblasti**. Dále již v programu ztrácí pořadové číslo **oblasti** význam a pracuje se s objektem **oblast** pouze pomocí jména. Číselné údaje (saldo, přenos a ztráty) mají pouze informační charakter a jsou aktualizovány při každém výpočtu chodu sítě pomocným programem UST. Uživatel si může změnit standardně přiřazená jména.

### 3.1.2 Tabulka větví

**Tabulka větví** (uložená ve standardním souboru VET.DAT nebo variantě chodu &&&&\_\_T.VET) obsahuje v jednotlivých sekcích parametry **větví** (vedení, spínačů a traf), **regulačních traf**, trojvinutových traf a **UPFC**. Struktura souboru je v následujícím rámečku:

Tabulka vetvi obsahuje udaje o topologii site																									
Nvet pocet vetvi, Ntreg pocet regul.traf, N3T pocet trojvin.traf, NUPFC pocet UPFC, NSVC pocet stat.kompensatoru																									
•&蠟 蓓																									
1		1		1		0																			
Porad.	Jmeno	cis.uzlu	R	X	B	abs{Pt}	arg{Pt}	Stav	G	B	G	B	Imax(Smax pro trafo)												
cislo	vetve	poc. konc.	[Ohm]	[Ohm]	[mikroS]	Pt=Upoc[-]/Ukon[-]		vetve	Poc	[mikroS]	Konc		[A (MVA)]												
1	'VED_2-3'	2	3	5.0	10.0	50.0	1.000	.0	1	0.0	0.0	0.0	0.0	1000	Záznam větve										
2	'TR_1-3'	1	3	2.0	4.0	.0	1.000	.0	1	0.0	0.0	0.0	0.0	1000											
Porad.	Cis.vetve	Regul.	Prevod [p.j.]		Uzad necU	Stav																			
cislo	poc. konc.	uzel	min. max. krok		[%]	[%]	[0,1]	Hlavička reg.traf																	
1	1	3	'GEN_UZEL'		0.9	1.1	1	105	1	0	Záznam trafa					Hlavička trojvinitových traf									
Jmeno	Uz.	Uz.	Uz.	Sn1	Sn2	Sn3	uk12	uk13	uk23	Pk12	Pk13	Pk23	PU	IO	Un1	Un2	Un3	Krok+	Krok-	Odb+	Odb-	AktOdb	Stav	TypR	
trafa	1.	2.	3.	(MVA)			(%)			(MW)			(MW)			(%)			(kV)						
'TROJVINT' 1 2 3 250 250 100 11.6 12.7 7.3 0.505 0.155 0.174 0.117 0.5 121 400 10.5 1.19 1.31 10 -10 -4 1 3																									
Jmeno	CisPoc	CisKon	Stav	Pz	Qz	Uz	ISmax	PSmax	Umin	Umax	Upmax	Ipmax	Xt												
UPFC	Uzlu	Uzlu	(0/1/2/3/5)	(MW)	(MVar)	(kV)	(A)	(MW)	(kV)	(kV)	(kV)	(A)	(Ohm)												
'UPFC1' 98 291 5 -60 50.0 424 251 100 407 453 34.5 700 24.2																									
Úsek UPFC																									

Tabulka za úvodními třemi řádky obsahuje:

1. počty **větví**, **regulačních** a trojvinutových traf, **UPFC** a 0 (stat. kompenzátory, které nejsou implementovány).
2. úsek větví, regulačních a trojvinutových traf.

Každý z úseků začíná oddělovacím hvězdičkovým řádkem, obsahuje třířádkovou hlavičku a pak příslušný počet záznamů Každý záznam větve obsahuje:

1. pořadové číslo větve a identifikační jméno větve -alfanumerický max. osmimístný řetězec bez diakritiky
2. identifikační čísla počátečního a koncového **uzlu** -u regulačních traf by přepínání odboček měl být v poč. uzlu
3. R,X,B vypočítané podle vztahů uvedených v Popisu [1] (u traf přepočítané na napětí koncového uzlu)
4. absolutní hodnotu poměrného převodu trafo abs (Pt) pro trafa (pro vedení 0) a fázi převodu -standardně 0
5. Stav 0/1 pro zapnuto/Vypnuto
6. parametry šuntů připojitelných na začátek větve a konec větve
7. Maximální proud pro vedení a zdánlivý výkon v MVA pro trafo

U traf je převod zadáván podílem poměrného napětí trafo na straně počátečního **uzlu** a poměrného napětí trafo na straně koncového **uzlu** ve stavu naprázdno. Parametr se zjistí tak, že se absolutní převod trafo (získaný podílem počtu závitů na straně počátečního a koncového uzlu) vydělí podílem vztažného napětí na straně počátečního a koncového uzlu (hodnoty  $U_v$  jsou u každého **uzlu** zadány ve **vstupním souboru** UST.DAT). Podrobnosti o modelování **traf** jsou v Popisu modelování ES [1].

Každý záznam regulačního trať obsahuje:

1. pořadové číslo, identifikační čísla počátečního a koncového **uzlu**
2. identifikační jméno **uzlu**, jehož napětí se bude regulovat-alfanumerický osmimístný řetězec bez diakritiky
3. regulační rozsah převodu definovaného obdobně jako u větve a změna převodu na jednu odbočku v %
4. zadaná hodnota napětí  $U_{\text{zad}}$  v %  $U_v$ , necitlivost napětí  $U_{\text{necU}}$ , je-li napětí v mezích  $U_{\text{zad}} \pm U_{\text{necU}}$  nereguluje
5. Stav 0/1 pro zapnutou/vypnutou regulaci
6. Relativní pořadí pro paralelní trať.

Pomocí jména regulovaného **uzlu** tohoto jména se pak vyhledává příslušný **model** v **databázi** **SIT.DTB**.

Pokud existují paralelní **regulační trať** (tj. mají stejná počáteční a koncová čísla uzlu) připojí se za Stav ještě relativní pořadí v tabulce **větví** – první trať má číslo 1, druhé 2 atd.

Každý záznam trojvínutového trať obsahuje :

1. pořadové číslo a identifikační jméno trať alfanumerický max. osmimístný řetězec bez diakritiky
2. identifikační čísla **uzlů**, kam jsou připojeny jednotlivá vinutí - přepínání odboček by mělo být u 1. uzlu
3. jmenovité hodnoty zdánlivých výkonů a napětí jednotlivých vinutí
4. procentní napětí nakrátko mezi jednotlivými vinutími a ztráty nakrátko jako výsledek zkoušky nakrátko
5. procentní proud a ztráty naprázdno jako výsledek zkoušky naprázdno
6. procentní změna napětí na jednu odbočku při přepínání nahoru/dolů
7. počet odboček při přepínání nahoru a dolů (bere se jako záporné číslo) a číslo aktuální odbočky
8. stav trať 0/1 pro všechny vinutí zapnutá/vypnutá, -4/4/5 pro rozpojené 1./2./3. vinutí.
9. způsob regulace 1 a 2/3 pro běžné trať a autotransformátor s přepínáním odboček na potenciálu/nule.

☞ Nutno upozornit, že použité hodnoty  $u_{KIJ}$  mají význam skutečných napětí zjištěné zkouškou nakrátko, kterou se rozumí napájení jednoho vinutí (s indexem I) při druhém vinutí (s indexem J) zkratovaném a třetím naprázdno. Hodnota  $u_{KIJ}$  znamená napětí vinutí I (vydělené jeho jmenovitou hodnotou) pokud vinutím J protéká jmenovitý proud tohoto vinutí. Je možné se setkat i s jiným významem hodnoty  $u_K$  ve smyslu impedance nakrátko. Tu výrobci nebo správci databázi přepočítávají většinou na největší hodnotu výkonu trať (což pro  $u_{KIJ}$  ve smyslu napětí nakrátko nemá význam). Pro dvouvinutové trať jsou obě hodnoty stejné, protože jmenovité výkony obou vinutí jsou stejné. Pokud se udává, že hodnota „ $u_{KIJ}$ “, je „vztahovaná“ na výkon  $S_{VZT}$ , je nutno této hodnotě před zadáním vrátit její správný význam napětí nakrátko přepočtem podle vztahu  $u_{K13/23} = „u_{K13/23} \cdot S_{N3} / S_{VZT}“$ .

Způsob zadávání koresponduje se štítkovými údaji. Jen je třeba uvážit výše význam  $u_K$  a to, že jako 1., vinutí se dává vinutí s přepínáním odboček. Umístění vinutí s přepínáním odboček jako 1. souvisí se způsobem modelování (viz Model trojvinutového trať v Popisu [1]), který respektuje změnu rozptylové a magnetizační reaktance se změnou počtu závitů vinutí (předpokládá se, že reaktance se mění s kvadrátem závitů).

Např. pro trať se štítkovými parametry 400/121±9x1,39%/10.5 kV se vinutí 121 kV definuje jako 1. vinutí 400 kV jako 2. a vinutí 10.5 kV jako třetí. Počet odboček nahoru a dolů se zadá 9 a -9. Kroky přepnutí nahoru a dolů jsou stejné 1.39.

Data pro netočivou složku vedení a 3vin.trať je možno zadávat také přímo do tabulky **VET.DAT** (vznikají tak tzv. rozšířené záznamy). Za parametr  $I_{\text{max}}$  se pro větve přidávají následující parametry:

```
...R0 X0 B0 Zap Gp0 Bp0 Gk0 Bk0 uhel
.. (Ω) (μS) (0/1/-4/4) (μS) (hod)
```

Parametr Zap má hodnoty 0 pro zapojení YY a YΔ, 1 pro  $Y_z Y_z$  (uzemněné hvězdy na obou stranách), -4 pro  $\Delta Y_z$  (uzemněná hvězda v koncovém uzlu), 4 pro  $Y_z \Delta$  (uzemněná hvězda v počátečním uzlu). Za parametr TypR se pro 3vinutové trať přidávají následující parametry (význam je popsán v kapitole 3.1.4):

```
..P00 i00 Zap uhel(h)
.. (MW) (%) 1. 2. 3. 1-2 1-3
```

Při použití Editoru chodů z rozhraní MODMAN se rozšířené záznamy vygenerují automaticky. Je rovněž možné zadávat dvouvinutová trať v úseku trojvinutových.

Každý záznam **UPFC** obsahuje kromě svého identifikačního jména :

1. identifikační čísla počátečního a koncového **uzlu**
2. Stav -1 (blokování) 0 (VYP) 1 (ZAP) 2 (regulace U v poč.uzlu), 3 (regulace P a Q) a 5 (regulace UPQ)
3. Zadané napětí  $U_z$  (platí pro UST, pro MODES se určí z počátečního stavu) a toků výkonu  $Q_z$  a  $P_z$
4.  $P_{\text{Smax}}$ ,  $I_{\text{Smax}}$ ,  $U_{\text{pmax}}$  maximální hodnoty toku činného výkonu měničem, příčného proudu (budícího trať) a podélného napětí (sériového trať).
5.  $X_t$  je náhradní reaktance sériového trať přepočítaná na stranu napětí koncového uzlu.

V režimu blokování dává frekvenční měnič nulové napětí na výstupu a rovněž neodebírá žádný proud na vstupu. UPFC je nahrazeno jen náhradní reaktancí sériového trať  $X_t$ .

V programu UST se kontroluje proud  $I_{\max}$ , při jeho překročení počáteční uzel degeneruje a napětí  $U_z$  není dodrženo. V programu MODES se při překročení proudu  $I_{\max}$  omezuje kompenzační výkon  $Q_k$ . Amplituda a fáze napětí sériového traťového uzlu se kontroluje tak, aby nepřekročily hodnoty  $U_{\max}$  a  $P_{\max}$  (podrobnosti modelu viz Model UPFC v Popisu [1]). Ostatní hodnoty se zatím ve výpočtu neuplatňují.

☞ Do počátečního a koncového **uzlu** nelze zadávat dodávka výkonu

### 3.1.3 Tabulka bloků

**Tabulka bloků** je uložena ve standardním souboru GEN.DAT nebo variantě chodu &&&&N\_\_\_\_.GEN. Struktura souboru je v následujícím rámečku:

1											
porad. číslo	stav 1/0	název bloku	název uzlu	Pocet/Sn [Integ/MVA]	Ntmin [MW]	Ntmax [MW]	Xd" [p.j.]	Pt [p.j.]	Xt	Part. PRR	Ngenx
1	1	'GEN'	'GEN_UZEL'	235.0	100	200	0.000	1.016	0.000	0.0	5
porad. číslo	stav 1/0	název motoru	název uzlu	Sn [MVA]	Kzat [p.j.]	Rv [p.j.]	Xv [p.j.]	Cos*eta [-]	Nmotx		
1	1	'CER_A'	'VL_SPA'	6.000	0.9	0.0	0.0	0.85			

Tabulka obsahuje hlavičky, úseky generátorů a motorů a oddělovací řádky. Záznam generátoru obsahuje:

1. pořadové číslo bloku a Stav 0/1 pro zapnuto/Vypnuto
2. identifikační jméno bloku -alfanumerický max. šestimístný řetězec bez diakritiky a jméno uzlu připojení
3. jmenovitý zdánlivý výkon bloku v MVA musí mít desetinnou tečku nebo počet fyzických bloků - celé číslo
4. regulační rozsah turbíny
5. rázová reaktance  $a$  –standardně 0 (ve výpočtu nehraje roli)
6. poměrný převod  $p_T = p_T (U_v / U_n)$  a reaktance  $X_t$  blokového traťového uzlu v poměrných hodnotách
7. participační koeficient, určující poměr rozdělení dodávaného výkonu mezi více bloků připojených do uzlu.
8. velikost primární regulační rezervy PRR v MW

☞ Výkon generátoru  $S_n$  může být programu zadáván dvojím způsobem. Jednak počtem fyzických bloků (jako celé číslo typu INTEGER), skutečný zdánlivý výkon se pak určí jako násobek počtu zadáných bloků a typového výkonu  $S_{ng}$ , zadaného v typových parametrech generátoru. Druhý způsob (obvyklý z verze 2.2/1) je zadání hodnoty  $S_n$  přímo v **tabulce bloků** formátem čísla REAL, tedy s desetinnou tečkou. U generátorů je dále uveden rozsah výkonu turbíny (při zadání počtem fyzických bloků odpovídá výkonu jednoho fyzického bloku).

☞ Reaktance rázová je určena typovými parametry dynamického modelu reaktance a zadávání těchto parametrů v tabulce bloků nemá význam.

☞ Převod blokového traťového uzlu umožňuje respektovat nenárazné hladiny napětí sítě a generátoru. To znamená, že blokové traťové uzly jsou součástí modelu bloku a má nejmenovitý převod  $a$ /nebo vztažné napětí uzlu připojení  $U_v$  je odlišné od jmenovitého napětí generátoru  $U_n$  (které se zadává v typových parametrech dynamického modelu).

Pokud se zadá parametr  $p_T$  nulový, program předpokládá, že generátor je připojen rovnou do sítě (blok neobsahuje blokové traťové uzly a to je součástí modelu sítě) a dopočítá převod jako  $U_v/U_n$ , což zaručí správné zobrazování pojmenovaných proměnných generátoru (proudů a napětí) v grafice a uživatelských výstupních souborech (poměrné proměnné generátoru jsou vztaženy na hodnoty  $S_n$  a  $U_n$ ). Je-li převod mimo meze 0.8-1.2 program vypíše varování do souboru INIC.HLA (dostupný příkazem **Hlášení Inicializace**) a uvažuje převod 1.

☞ Je možno zadat reaktanci blokového traťového uzlu  $X_t$  individuálně pro každý blok. Tato poměrná reaktance musí být přepočtena na jmenovitý zdánlivý výkon generátoru a jmenovité svorkové napětí. Pokud je zadána  $X_t=0$  a blok je připojen do uzlu z  $U_v > 99$  kV, dosadí se za  $X_t$  typová hodnota z katalogu typových hodnot parametrů generátoru.

☞ pokud je zadána PRR, použije se tato hodnota v modelu regulátoru turbíny místo typových parametrů  $N_{fmin}$ ,  $N_{fmax}$  (frekvenční korektor).

Pokud je blok vypnutý (stav=0) nesmí být v příslušném **uzlu** definována žádná dodávka výkonu a uzel nesmí mít napájecí (s nenulovými mezemi  $Q_{min}$ - $Q_{max}$ ) jinak dojde k chybné inicializaci dynamických modelů – výchozí stav sítě (spočítaný chodem sítě) nebude v dynamice ustáleným stavem.

Jestliže do jednoho **uzlu** je připojeno více **bloků**, je možno zadat participační koeficient, podle kterého se **blok** zatíží. Není-li participační koeficient uveden, **bloky** se zatěžují proporcionálně.

Každý záznam asynchronního stroje (motoru nebo generátoru) obsahuje:

1. pořadové číslo bloku a Stav 0/1 pro zapnuto/Vypnuto
2. identifikační jméno bloku -alfanumerický max. šestimístný řetězec bez diakritiky a jméno uzlu připojení
3. jmenovitý zdánlivý příkon motoru v MVA a zatěživatel -podíl skutečného a jmenovitého momentu stroje
4. parametry připojovacího kabelu v p.j. přepočítané na jmenovitý příkon motoru  $S_n$  a vztažné napětí uzlu  $U_v$

## 5. součin jmenovité účinnosti a účinku.

Režim as. stroje se rozliší znaménkem parametru kzat, který je kladný pro motor a záporný pro generátor.

Pro správné fungování editoru chodů je nutné ukončit úsek motorů hvězdičkovým a prázdným řádkem.

## 3.1.4 Parametry pro výpočet nesymetrických poruch

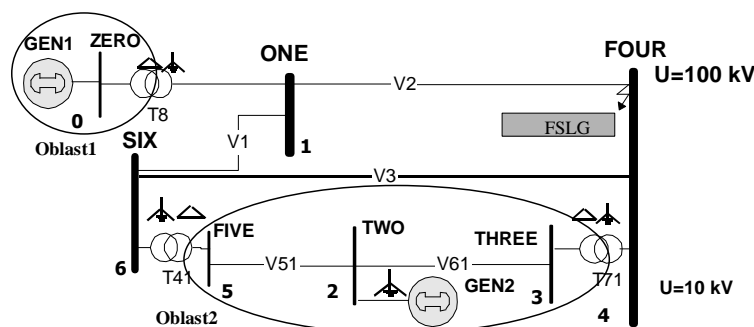
Tato data jsou uložena v jediném souboru NESYM.UST, který je společný pro celý projekt. Soubor obsahuje údaje pro nulovou souslednou složku - tabulku větví a generátorů - záznamy jsou obdobné jako u dat pro souslednou složku. Struktura souboru je na následujícím obrázku:

Tabulky obsahují údaje o parametrech netovice a zpetne slozky slozky														
Nvet-pocet vetvi, Ngen-generatoru,Nmot-motoru, Nuzl-uzlu, Nvz-vzaj.impedanci, ,N3T- trojvin.traf														
6,1,1,1,1,1														
.....														
Porad	Jmeno	Uzel	Uzel	R X	B abs{Up(-)/Uk(-)} arg{Up(-)/Uk(-)}			Zapojeni	GP	BP	GK	BK	I <sub>max</sub> /S <sub>max</sub>	Faz.posuv
Cislo	Uzlu	Poc.	Kon.	(Ohm)	(mikroS) (-) (stup)			(0/1/-4/4) (mikroS)	(A/MVA)			(hod)		
1	'1_2'	1	2	0 14	0.	0.	0	1	0 0 0 0				15183	
2	'3_1Alt'	3	1	0 17	0.	0.	0	1	0 -500000 0 0				15183	
3	'T41'	6	5	0 0.6	0	0.976	0.00	4	0 0 0 0				520 1	
.....														
porad.	stav	nazev	nazev	Pocet/Sn	Ntmin	Ntmax	X0							
cislo	1/0	bloku	uzlu	[Integ/MVA]	[MW]	[MW]	[p.j.]							
2	1	'UNIT_3'	'NODE_3'	158.75	0	135	0.03175							
Porad	Stav	Jmeno	Jmeno	Sn	Kzat	R0	X0							
cislo (01)		Motoru	Uzlu	(MVA)	(-)	(-)	(-)							
8	1	'AM_KO'	'NODEA'	0.7806	0.900	0.022	0.09							
.....														
Uziv.	Jmeno	G0/Gzat	B0/Bzat	G2/Gzat	B2/Bzat									
cislo	uzlu	[-]	[-]	[-]	[-]									
1	'NODE_3'	0.00	0.00	2.86	2.86									
porad.	nazev	nazev	Rm	Xm										
cislo	1.vetve	2.vetve	(Ohm)	(Ohm)										
1	'V2'	'V3'	50	95										
.....														
Por.	Jmeno	Uzel	Uzel	Uzel	dP0	i0	Kod	zapojeni (0/1/2)			Hod.uhel			
Cis.	trafa	1.	2.	3.	(MW)	(%)	1.	2.	3.	2.	3.			
1	'TRIVINID'	1	2	3	0	1	1	2	0	0				

První tři sekce souboru (větvě, generátory, as.motory) mají stejnou strukturu jako příslušné tabulky pro souslednou složku (aby se daly snadno kopírovat řádky), přičemž rozhodující jsou jen tučně vtištěné položky v hlavičkách. U větví tedy nerozhoduje údaj o převodu (bere se údaj s tabulkou větví ve VET.DAT nebo příslušné varianty). Místo stavu se zadává kód zapojení trať podle následujícího klíče:

- 0 ..bez uzemnění uzlů (zapojení YY a Yd)
- 1...oba uzly uzemněny (zapojení YzYz)
- -4/4 .vinutí u koncového/ počátečního uzlu uzemněno (zapojení dYz/Yzd)

Je možno zadat hodinový úhel pro trať se zapojením Yd. Tento údaj je nepovinný a když na řádku není bere se zapojení Yy bez fázového posunu. Předpokládá se, že vinutí do hvězdy je na straně počátečního uzlu (je-li hvězda uzemněna má kód zapojení 4). Tento údaj se využije pro správný výpočet fázových hodnot na straně trojúhelníka



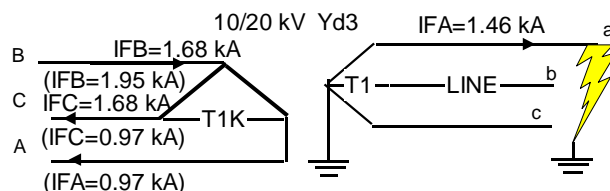
Obr. 4 Rozdělení soustavy na oblasti oddělené trať se zadaným hodinovým úhlem

☞ Není možné zadávat hodinový úhel u trať, které by vytvořily vnořenou oblast v oblasti, kde již fázový posun je. Na Obr. 4 tedy nejde definovat u generátoru GEN2 blokové trafo s hodinovým úhlem v NESYM.DAT.

☞ Absolutní převod je u transformátorů Yd  $\sqrt{3}x$  větší než pro běžné zapojení Yy.

při vzniku poruchy na straně hvězdy. Program provede rozdělení soustavy na oblasti oddělené trať s převodem Yd. Na obrázku je příklad takového rozdělení pro šestizlovou soustavu modelovanou v případě 6SLG\_HOD projektu PHASEVAL, která má zadány tři trať s hodinovým úhlem 1 (způsobující posun fázových napětí  $30^\circ$  mezi vinutím do hvězdy a trojúhelníka) na tři oblasti (oblast s uzlem ZERO a oblast s uzly TWO, FIVE a THREE a zbytek základní bez označení).

Na následujícím obrázku je výsledek simulace jednofázového zkratu na sekundáru trať T1 (Případ 1SLG\_HO1 z projektu PHASEVAL). Je-li trať T1 zadáno v NESYM.DAT podle výše uvedeného výpisu, program spočítá správné rozložení proudů ve fázích na straně trojúhelníka (hodnoty IFA,B,C). Ve fázi A neteče proud. V případě, že hodinový úhel zadán nebude, spočítá program hodnoty v závorce a fázi B poteče proud..



**Obr. 5 Výpočet proudů na tratu Yd1 při 1f.zkratu na hvězdě (hodnoty v závorce bez uvažování hodin. úhlu)**

Následují dvě sekce generátorů a asynchronních motorů. Pokud je střed satorového vinutí uzemněn, mohou se vinutím uzavírat proudy netočivé složky. To se respektuje tím, že se u generátoru uvede hodnota  $x0$  v poměrných jednotkách (vztahených na jmenovité hodnoty), které se prakticky pohybují od 15-60% hodnoty  $x_d$  (při zanedbatelné impedanci uzemnění). Uzemnění generátoru se dá zadávat i druhým způsobem (týká se i případu, že blokové trať je součástí modelu bloku) pomocí indukční susceptance  $B$  připojené do počátečního/koncového uzlu v záznamu větve (jako u větve 3\_1Alt v tabulce větvi). Hodnoty jsou v  $\mu S$  vztahených na příslušnou napěťovou hladinu. Tímto se případný vliv blokové trať v zapojení Yzd přenáší do modelu větve, která připojuje blok.

U motorů se zadává i činný odpor  $r0$  skládající se jednak s odporu satoru a jednak s trojnásobku odporu uzemnění v poměrných hodnotách vztahených na jmenovitý výkon motoru.

Další sekce uzlů umožňuje zadat způsob, jakým se zátěž modelovaná konstantní admitancí (což je standardní způsob modelování zatížení, pokud uzel nemá záznam v databázi modelů uzlů) projeví ve zpětné a netočivé složce. Pro zpětnou složku platí, že pokud uzel není v NESYM.DAT uveden připojí se ve zpětné složce do uzlu stejná admitance jako v sousledné. Je-li záznam připojí se admitance s reálnou a imaginární částí podle zadaného poměru  $G2/Gzat$  a  $B2/Bzat$ , kde  $Gzat$  a  $Bzat$  jsou hodnoty admitance v sousledné složce, které program spočítá automaticky podle počátečního ustáleného stavu. Pro netočivou složku platí, že pokud uzel není v NESYM.DAT uveden nepřipojí se ve zpětné složce do uzlu žádná admitance. Je-li záznam připojí se admitance s reálnou a imaginární částí podle zadaného poměru  $G0/Gzat$  a  $B0/Bzat$ ,

Předposlední sekcí určuje větve se zadanou vzájemnou impedancí v netočivé složce. Předpokládá se, že se jedná o vedení na stejných napěťových hladinách. Zadává se vzájemný odpor a reaktance v ohmech. Na větvích se zadanou vzájemnou impedancí se nemůže zadat meziuzlový zkrat (parametr Vzda musí mít tedy hodnotu 0 nebo 100). Obě větve musí být zadány již v sekci větvi.

Poslední sekcí představují trojvinutová trať. Je možné zadat specifické parametry  $dP0$  a  $i0$  pro netočivou složku a tím zadat rozdílnou hodnotu magnetizační impedance  $ZM0$  oproti sousledné složce. Kód zapojení definují čísla 1/ 0 nebo 2 pro hvězdu uzemněnou/neuzemněnou nebo trojúhelník. Pro druhé a třetí vinutí lze zadat fázový posun pomocí hodinového úhlu (+ hodina odpovídá 30 stupňům).

Při zadávání dat pro nulovou složku platí zásada, že pokud prvek nemá záznam v souboru NESYM.DAT tvoří pro nulovou složku nekonečnou impedanci a nulová složka se jím neuzavírá. Transformátory se zapojením typu 0, tedy bez uzemnění uzlu není třeba zadávat.

☞ Při sestavování schéma sítě pro netočivou složku je potřeba postupovat obezřetně v tom smyslu, že je nutno zadávat jen ty větve, kterými se netočivá složka může uzavírat. Jelikož netočivá složka se uzavírá hlavně přes uzemněný střed hvězdy při druhém vinutí zapojením do trojúhelníka, plyne z toho závěr: nezadávat větve připojené na stranu trojúhelníka, která je pro nulovou složku neprůchodná. Je-li taková větev zadána, program vzhledem k použité metodice (viz dále) není schopen spočítat inverzi síťové admitanční matice  $Zk$  a tudíž náhradní impedanci  $Zk0$  pro netočivou složku. Na tuto skutečnost program upozorní hlášením ve výstupním souboru AKCE.HLA (dostupný příkazem **Hlášení/Akce**) a nesymetrický zkrat neprovede. Hlášení zní Doslo k chybe při vypoctu triangularizovene adm.matice - deleni nulou v uzlu #. Větev připojené do uzlu s uživatelským číslem # je nutno vyřadit ze souboru NESYM.DAT.

Z uživatelského rozhraní je soubor přístupný příkazem **Zpětná a netočivá složka** z nabídky **Modifikovat**.

## 3.2 Tabulky automatik, vývodů, stabilizátorů, regulátorů, ARN, logik a LFC

Tyto vstupní soubory obsahují informace o **objektech**, které modelují řídicí a ochranné prvky **ES**.

### 3.2.1 Tabulka automatik a vývodů (vst.soubor AUTOMAT.DAT)

**Soubor** obsahuje více sekcí v alternativách, lišících se počtem parametrů v hlavičce souboru:

1. 1 sekci pro **automatiky** – 2 parametry : Naut-, DiagA-
2. 2 sekce pro **automatiky** a **vývody** – 4 parametry Naut-, DiagA, Nvyv, DiagV:
3. 7.sekcí – 9 parametrů Naut-, DiagA, Nvyv, DiagV, NOZ,NFA,NRO,NFO,NLZT

Zadáním nenulových parametrů Daig se provádí diagnostika činnosti **automatik** a nebo **vývodů**. Pro Diag=-1 se do výstupního souboru AKCE.HLA vypisují s periodou **objektu** hlášení o čase, stavu **objektu**, nastavené hodnotě a skutečné měřené hodnotě pro všechny **objekty**. Pro Diag=i se vypisuje jenom hlášení pro v pořadí i-tý **objekt**.

☞ Parametry v hlavičce by měly být odděleny čárkou !

Každé **automatice** odpovídá jeden řádek, který obsahuje tyto údaje:

- výchozí stav **automatiky** (1 značí aktivní automatiku, 0 blokovanou automatiku, lze ji odblokovat **zásahem**)
- jméno **automatiky** a periodu měření - s touto periodou se kontrolují podmínky působení
- měřené **proměnné** (obecně vždy **symbol** a příslušný **objekt**)
- klíčové slovo druhu měřícího článku ('LIM#' - pro prosté měření jedné veličiny, 'LINE' - pro měření v kartézské soustavě rozdělené přímkou a 'CIRC' - pro dovolenou oblast ohraničenou vysunutou kružnicí )
- nastavení měřícího článku a počet průchodu
- časy blokování a zpoždění a **zásah** provedený **automatikou** při splnění podmínek působení.

Za zástupný znak \$ v klíčovém slově 'LIM\$'se dosadí:

1. písmeno T/A pro vstup jedné **proměnné**/ absolutní hodnoty **proměnné**
2. +,-,\* a / pro součet rozdíl, násobek a podíl dvou **proměnných**.

Pro měřící článek 'LIMT' lze zadat přídržný poměr, který se zadá na pozici Y0. Pokud se požaduje **zásah** vícenásobný (tj. více různých **zásahů** na jedno působení **automatiky**) nebo hromadný ( **zásah** provedený na více **objektů**) musí se použít **makro** (viz kap. 3.2.5).

V tabulce **automatik** lze zadat znakem & skupinu N<sub>SKUP</sub> **automatik**. Jestliže některá z **automatik** provede **zásah**, zruší se náběhy a popudy všech **automatik** ze skupiny, následujících za ní.. Zadání ukazuje výpis:

```
& Jm_skupiny NSKUP
1 Jm_aut1
.
1 Jm_autNSKUP.....
```

Po **automatikách** následuje sekce **vývodů** (pro zadání čtyř nebo 9 parametrů a Nvyv>0. Vstupní data jsou soustředěna do několika řádků. Úvodní řádek je společný celému **vývodu**:

Stav	Jmeno	JmObj	JmUzl	JmVyp1	..	JmVypN	Tvyp [s]	Tzap [s]	Tblok [s]	lpn [A]	KN	Ncl	NSO	NAO	NI	NSS	NAS	IOZ	deltal [%]	NI2	NZS
------	-------	-------	-------	--------	----	--------	-------------	-------------	--------------	------------	----	-----	-----	-----	----	-----	-----	-----	---------------	-----	-----

Proměnou Stav=0 se distanční ochrana vyřadí z činnosti. Další řetězce definují jméno **vývodu**, jméno chráněného **objektu** (**větve** nebo trojvinutového trafa), jméno uzlu (u vedení určuje místo měření napětí, u trafa i místo měření proudu) a až 3 vypínače (u trafa musí být vypínač na sekundáru definován jako první). Pokud se jako jméno vypínače uvede přímo chráněné vedení, vypíná ochrana vedení oboustranně pokud je na vedení zkrat a jednostranně pokud tam zkrat není.

Za tímto řádkem následuje Ncl řádků nastavení zón distanční ochran (parametry NSO a NAO se zadávají standartně rovny 1): Každá zóna má svoji stavovou proměnnou StavC (hodnotou 0 se zóna ve výchozím stavu vypne – není funkční), jedna sada nastavení se skládá z impedančních dosahů X, R pro symetrické a XN, RN pro nesymetrické poruchy a zpoždění T

StavC	X	R	XN	RN	T
-------	---	---	----	----	---

Články ukončuje závora proti kývání:

StavC	XIN	RIN	XOUT	ROUT	T
-------	-----	-----	------	------	---

Pro funkční nadproudovou ochranu (NI=2 pro dvoustupňovou a NI=3 pro třítupňovou) následuje:

StavI	I1	I2	I3	T1	T2	T3
-------	----	----	----	----	----	----

Pokud má vývod trafa definovanou i nadproudovou ochranu na sekundáru (NI2>0) následuje řádek jejího nastavení :

StavI	I1	I2	I3	T1	T2	T3
-------	----	----	----	----	----	----

Pokud má vývod s vedením definovanou zemní směrovou ochranu (NZS=1) následuje řádek jejího nastavení (Parametr smer ma hodnotu 1 pro „směr“ a -1 pro „protisměr“):

StavZSO	U <sub>0</sub> [V]	I <sub>0</sub>	smer	T[s]
---------	--------------------	----------------	------	------

Pro funkční synchrotakt NSS=1 (současně se zadá NAS =1) následuje řádek nastavení synchrotaktu :

StavS	dU	dfi	df1	df2
-------	----	-----	-----	-----

Model vývodu se ovládá těmito zásahy.

- ‘DIST’ – mění stavovové proměnné Stav a/nebo StavI , čímž se distanční a/nebo nadproudová ochrana vypne nebo zapne
- ‘SYNT’ – spouští synchrotakt v režimu kruhování nebo fázování pro daný vypínač

Algoritmy působení ochran a synchrotaktu jsou popsány v Popisu [1].

Dalších 5 sekcí patří specifickým modelům ochran a automatik, které zde uvedeme pouze informativně. Za sekcí **vývodů** následují sekce automatik opětového zapínání, fázovacích automatik, rozdílových a frekvenčních ochran a autoatiky ladění zhášecí tlumivky..

Následující řádka ukazuje vstupní data v sekci frekvenčních ochran (pro NFO>0):

StavFO	JmenoFO	JmenoUz	JmVyp1	.	JmVypN	N <sub>N</sub>	N <sub>P</sub>	N <sub>D</sub>	f <sub>Ni</sub> [Hz]	t <sub>Ni</sub> [s]	f <sub>Pn</sub> [Hz]	t <sub>Pi</sub> [s]	f <sub>Di</sub> [Hz/s]	t <sub>Di</sub> [s]	Tvyp
--------	---------	---------	--------	---	--------	----------------	----------------	----------------	----------------------	---------------------	----------------------	---------------------	------------------------	---------------------	------

Za fi a ti se dosazují dvojice hodnot mezí a časů pro příslušný počet stupňů nadfrekvenčních, podfrekvenčních a derivačních stupňů NN, NP a ND (maximálně 2, 4 a 2) .

Algoritmy působení frekvenční ochrany ochran jsou popsány v Popisu [1].



### 3.2.2 Tabulka stabilizátorů, regulátorů a ARN (vst.soubor STABIL.DAT)

**Soubor** obsahuje seznam **stabilizátorů** struktura souboru je obdobná jako u předchozího **souboru**. Každému **stabilizátoru** odpovídá jeden řádek, který obsahuje tyto údaje:

- stav: 0 vypnut, 1/2/3 výstup se přivede do regulátoru buzení/pohonu/napětí **UPFC**
- měřené veličiny (obecně vždy symbol proměnné a příslušný objekt)
- parametry, zesílení kanálů, časové konstanty, omezení
- blok kam se připojí výstup stabilizátoru jako přidavný signál (k jednomu bloku lze připojit jeden stabilizátor).

Struktura sekce stabilizátorů je na následujícím výpisu:

```
V souboru STABIL.DAT je tabulka pridavnych stabilizatoru a regulatoru
Nstab- pocet stabilizatoru, Nregul- pocet stabilizatoru :
1,2
.....
Poc. Jmeno Merena hodn. X Merena hodn.Y K1_S K2_S Tw1_S Tw2_S T1_S T2_S Um_S Objekt
stav stab. Symbol Objekt Symbol Objekt [p] [p] [s] [s] [s] [s] [p] [#####]
Nstabx0
0 'ST_EXC' 'PG' 'N12' ' ' ' ' ' ' -.05 0 .3 2 1 0. 0.05 'N12' '
.....
```

☞ Nemá smysl připojit k jednomu **bloku** nebo **UPFC** více **stabilizátorů**, protože výsledný signál vygeneruje poslední v pořadí, který má stav ≠ 0.

### 3.2.3 Tabulka regulátorů

Externí **regulátory** jsou uvedeny v samostatné sekci souboru STABIL.DAT. Struktura záznamu obsahuje:

- stav: 0/1 vypnut/zapnut a dvě měřené veličiny (obecně vždy symbol proměnné a příslušný objekt)
- zadanou hodnotu a parametry regulátoru (zesílení kanálů K, časové konstanty T, necitlivost a omezení R)
- specifikaci objektu (jméno bloku nebo uzlu s reg.trafem), kod (1/2/3 pro připojení do regulátoru buzení/pohonu/odboček regulačního trafa) a participační koeficienty.

Struktura sekce **regulátorů** je na následujícím výpisu:

```
.....
Poc. Jmeno Merena hodn. X1 Merena hodn.X2 Zad K1 K2 T1 T2 Nec kp Ti Rmin Rmax {Objekt Kod K}
stav regul. Symbol Objekt Symbol Objekt [p] [p] [p] [s] [s] [p] [p] [s] [p] [p] [s] [p] [p] {##### I1 Real}
Nregulx
0 'RHRT' 'QV' 'T1K' 'QV' 'T2K' 0 1. -1. 0 0 0.01 .5 0 -0.1 0.1 'U211' 3 -.105 'U214' 3 .105
0 'RSEK' '/U/' 'U214' ' ' ' ' 1.02 1 0 0 0 0.01 1 10 -0.2 0.2 'B2' 1 1.0
```

Na výstup jednoho **regulátoru** lze připojit několik objektů, jejichž počet není třeba specifikovat (jak je vidět u prvního regulátoru 'RHRT').

☞ Podobně jako u **stabilizátorů** má každý **blok** jen jeden korekční signál, takže nemá smysl definovat **blok** ve více **regulátorech**. Dále je nutno si uvědomit, že **stabilizátory** a **regulátory** dostávají na vstup proměnné zpožděné o jeden integrační krok, což může způsobovat nestabilitu. Jestliže se objeví kmitání, je nutno zmenšit hodnotu integračního kroku.

### 3.2.4 Tabulka ARN

**ARN** jsou uvedeny v samostatné sekci souboru STABIL.DAT. Struktura záznamu obsahuje:

- iStav: 0/1 vypnut/zapnut, jméno ARN a pilotního uzlu a periodu, s kterou se mění zadaná hodnota reg. blokům
- zadanou hodnotu, parametry regulátoru (necitlivost a výkonové číslo KU – kolik MVar je nutno dodat na 1kV)
- počet regulačních bloků, přičemž se pro každý regulační blok se na samostatné řádce uvede:
- iStav<sup>i</sup>: zapojení do ARN (0/1 vyřazen z regulace/reguluje), jméno bloku a body P-Q diagramu.

Struktura sekce **ARN** je na následujícím výpisu:

```
.....
Poc. Jmeno Per Nec Uz KU Ngen + stavG Blok QXN QMM QXM QMN PN PM
Stav ARN Pil.uzlu [s] [kV] [kV] [MVar/kV] [-] [-] [MVar] [MVar] [MVar] [MW] [MW]
NARN(1+Ngen)x
0 'ARN1' 'UZEL1' 20. 0.3 117.0 6.000 1 1 'RBLOK1' 20 -20 40 -10 60 40
```

Podrobnější informace o modelu ARN a tvaru lichoběžníkového P-Q diagramu jsou v Popisu [1]. ARN lze ovládat pomocí následujících **zásahů** (viz také kap.Zadávaní zásahů scénářem):

- ARNS – mění stavovou proměnnou iStav ARN (vypnutí/zapnutí)
- ARNU – mění zadanou hodnotu Uz o změnovou hodnotu v kV.
- ARNB – mění stavovou proměnnou iStav<sup>i</sup> regulačního bloku (vyřazení/zařazení do regulace).



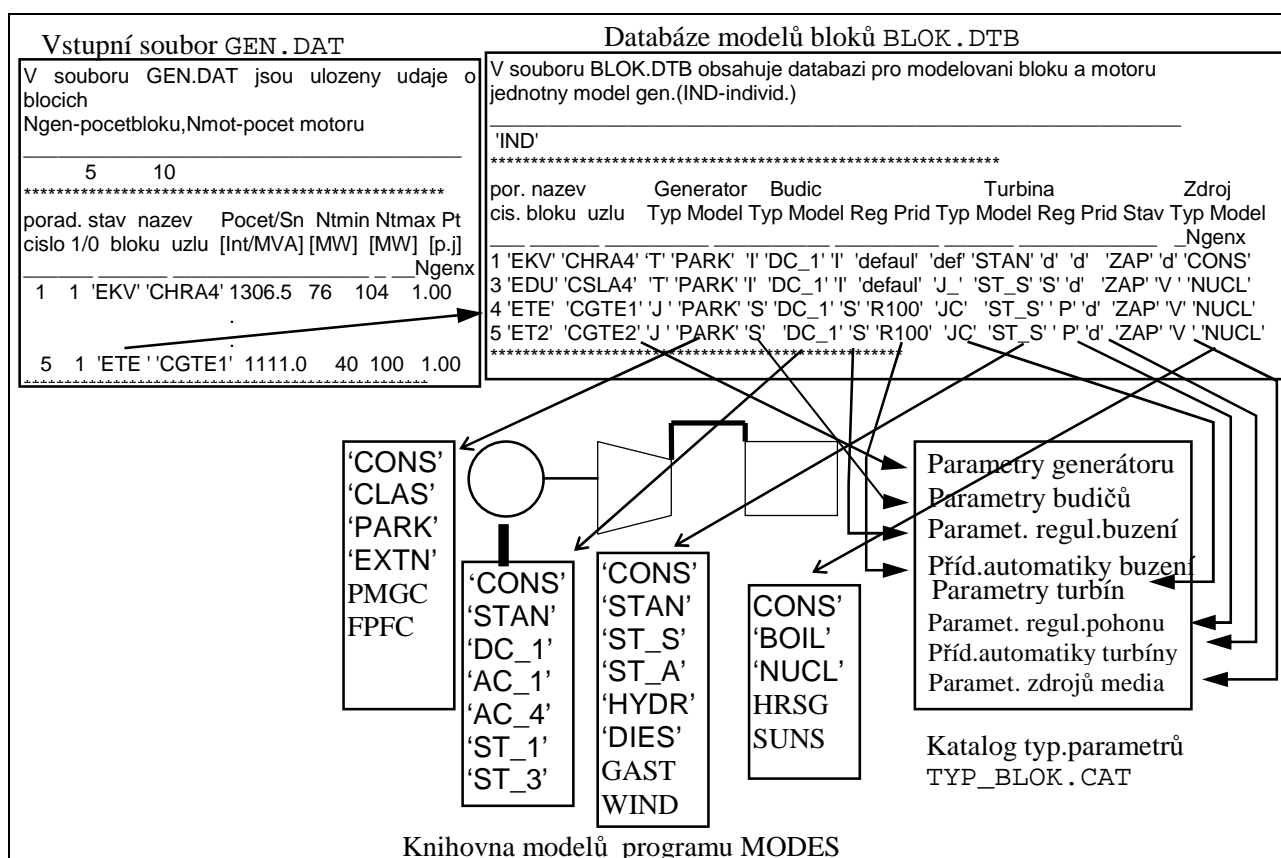
Jedná se o soubory, kde jsou uloženy údaje o dynamických **modelech** jednotlivých objektů **ES** a typových **parametrech** těchto **modelů**. Dynamické **modely** se vybírají z **knihovny** programu pomocí klíčových slov (viz Popis [1]). Typové **parametry** se zadávají pomocí křížových odkazů na jejich jména v **katalozích**.

**Databáze** mohou být uživatelem doplňovány a mohou obsahovat libovolný počet záznamů. To znamená, že nemusí existovat jednoznačná korespondence mezi odpovídajícími soubory **tabulek** a **databází** (UST.DAT ↔ UZLY.DTB, VET.DAT ↔ SIT.DTB a GEN.DAT ↔ BLOK.DTB). Program rozlišuje dva druhy **databází**: základní a tzv. **modifikaci**. Základní databáze má standardní příponu DTB a je dostupná všem případům. **Modifikace** vzniká editací **základní** databáze nebo jiné **modifikace** a obsahuje pouze změněné (editované) záznamy. Modifikace má číselnou příponu a je dostupná jen **případům**, které ji mají přiřazenu. **Databáze** jsou postupně prohledávány v pořadí **modifikace** ( má tedy prioritu) a základní **databáze** .dokud nejsou všem **objektům** přiřazeny **modely**. Pokud k příslušnému **objektu** není nalezen záznam v **databázi**, přiřadí se mu standardní **modely** a **parametry** (první záznam jednotlivých úseků globálního **katalogu** označený jménem 'default'). Standardní **modely** jsou:

- 'CLAS' pro generátor, 'STAN' pro budící a pohonný systém a 'CONS' pro zdroj pohonného média
- 'STAC' pro asynchronní motor a 'STAN' pro poháněné zařízení asynchronního motoru
- konstantní admitanci pro zatížení

### 3.3.1 Databáze modelů bloku

**Soubor** BLOK.DTB: obsahuje údaje o dynamických **modelech bloku** (t.j. generátoru, budiče, turbíny a zdroje pohonného média) a jejich typových **parametrech**; jednotlivé **modely** mají své symbolické názvy a jsou popsány v Popisu [1]; typové **parametry** jsou uspořádány v **katalogu** s názvem TYP\_BLOK.CAT (viz dále), kde každý řádek typových **parametrů** má svůj symbolický název, kterým je možné přiřadit **parametry** jednotlivým **blokům** (**databáze** tedy obsahuje křížový odkaz do **katalogu** parametrů TYP\_BLOK.CAT).



**Obr. 6.** Vztahy mezi vstupními soubory GEN.DAT , BLOK.DTB a TYP\_BLOK.DAT

**Databáze** také obsahuje stav vypínače regulátoru turbíny. Jestliže se zadá ZAP, jedná se buď o regulaci výkonu (klasickou), nebo o regulaci předtlaku<sup>1</sup>. Jestliže se zadá VYP, bude se jednat buď o tzv. ruční řízení

<sup>1</sup> v závislosti na parametru A1 z typových **parametrů** regulace turbíny - podrobnosti viz. [1]

ventilů nebo o přirozený klouzavý tlak<sup>1</sup>. Současně jsou v této **databázi** uloženy údaje o **modelech** motorů. Počet záznamů není nijak omezen neboť jejich počet není zadáván.

Je možné zadávat jednotný **model** generátoru pro všechny **bloky**. Jestliže uživatel vypíše v hlavičce **databáze** BLOK.DTB 'CLAS' nebo 'PARK', všechny **bloky** budou mít tento **model** generátoru. Jestliže uživatel zadá 'EXTN', bude v celé ES jednotná frekvence. Podrobnosti o **modelech** jsou v [1]. Standardně se používá **parametr** 'IND', kdy platí **model** generátoru, uvedený na řádce příslušného **bloku**.

### 3.3.2 Databáze modelů zátěže

**Soubor** UZLY.DTB případně jeho **modifikace** obsahuje údaje o **modelech zátěže**. Odebíraný činný/jalový výkon Podb/Qodb je možno rozdělit mezi část:

- modelovanou konstantní admitanci Gk/Bk
- modelovanou konstantní činnou/jalovou složkou proudu Ic/Ij
- modelovanou statickou charakteristikou
- modelovanou ekvivalentním asynchronním motorem (agregátní způsob modelování)
- dynamicky

U posledních tří částí je nutno zadat jméno typových **parametrů** z **katalogu** do sloupců Stat. Mot. Term.

Každému **uzlu** je možno přiřadit objem odlehčované zátěže v procentech odebíraného výkonu Podb v každém ze čtyř stupňů. V tomto případě se zadá jméno typových **parametrů** z **katalogu** TYP\_SIT.CAT do sloupce Fr.Odl. Každý stupeň pracuje nezávisle na ostatních (činnost je popsána v Popisu [1]). Pokud je nutno v **uzlu** modelovat další stupeň, je nutné použít **automatiku**.

☞ Na rozdíl od **databáze modelů bloku** se **databáze modelů zátěže** definuje počet záznamů. To umožňuje v případě potřeby dynamické modely zátěže vyřadit zadáním nulového počtu záznamů.

Tabulka uzlů UST.DAT		Databáze UZLY.DTB	
SIT : ETE ZASKOK VL.SPOTREBY VAR1 VERSE : ZATIZENI CDAS1 250+J50MVA NUzl-pocet uzlu(max.400),cislo ref.uzlu,Sv-vztazny vykon[MVA] 26      1      15      1000.0 ----- Uziv. Jmeno Cis. Uv absU argU Podb Qodb Pd Qd Qkm QmiQmx cislo uzlu obl. [kV] [kV] [stup] [MW] [MVA] [MW] [MVA] 1 'CHRA' 1 400.0 418.0 -57.2 -85.0 27.0 855.8 27.5 0.0 -5.0 5.0 ----- 23 'BBD2' 2 6.0 6.1 -1.9 13.2 6.7 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 25 'BLOK' 2 6.0 6.2 -1.9 12.8 5.7 100 0.0 0.0 0.0 0.0 *****		UZLY.DTB obsahuje databazi pro modelovani zateze a fr.odleh. pocet uzlu Nuzl: 3 ----- Jm. Podil: Podb Qodb Sodb Fr.odleh. Typ uzlu [%] Ik Gk Term Ik Bk SVC Stat Mot 1 2 3 4 Stat Mot FrOdl Term 'CHRA' 0 100 0 0 100 0 0 0 10 11 12 13 ' ' 'UCPT' ' 'BBD2' 0 100 0 0 100 0 0 98 0 0 0 0 ' ' 'EKVMOT' ' 'BLOK' 0 100 0 0 100 0 50 0 0 0 0 0 'STATZ' ' ' ' '	
Katalog typových parametrů sítě TYP_SIT.CAT		Úsek static. charakteristik zátěže Úsek frekvenčního odlehčování Úsek motorů Úsek dynam. zátěže	

Obr. 7. Vztahy mezi vstupními soubory UST.DAT, UZLY.DTB a TYP\_SIT.CAT

☞ Pokud je do příslušného **uzlu** připojen **blok** a je zadán neprázdný řetězec pro typové **parametry** statické zátěže, program bere **zátěž** automaticky jako vlastní spotřebu **bloku**. Odpočítá zatížení vlastní spotřeby (závislé na výkonu **bloku** a napětí v **uzlu**) od celkového odebíraného výkonu v **uzlu**.

U motorického zatížení program dopočítá jalový odběr motorů a odečte ho od celkového jalového zatížení **uzlu**. Případný přebytek jalového výkonu je modelován konstantní susceptancí (program provádí kompenzaci jaloviny tak, aby celková suma jalového odběru byla zachována ve velikosti zadané ve **souboru** UST.DAT).

### 3.3.3 Databáze modelů sítě

**Soubor** SIT.DTB: obsahuje údaje o dynamických **modelech** síťových prvků. Jedná o **regulační trať** a **UPFC**. Parametr Model se zadává číslem 1, protože zatím je v **knihovně** programu implementován model jediný.

<sup>1</sup> opět v závislosti na parametru A1

### 3.4 Katalogy typových parametrů a symbolů

Program rozlišuje dva druhy **katalogů typových parametrů** globální a lokální. Globální katalog je umístěn v podadresáři GLOBAL.DAT a je dostupný všem **projektům**. První záznam v každém úseku globálního katalogu je tzv. 'default'. Tyto záznamy pak program použije, jestliže nenajde odkaz v **databázi** ani v lokálním, ani globálním **katalogu** (v **databázi** je uvedeno jméno, které v **katalogu** není). Pak se vypíše hlášení do **výstupního souboru** INIC.HLA. Při řešení odkazů má lokální **katalog** prioritu.

Každý záznam v **katalogu** má kromě pořadového čísla (slouží jen pro orientaci uživatele) své unikátní jméno (šestimístný **řetězec**), který jednak mnemotechnicky informuje o druhu použitých parametrů a jednak slouží pro přiřazení typových **parametrů modelům** (křížový odkaz v **databázích**).

Uživatel smí měnit hodnoty **parametrů** (nesmí žádný vynechat), případně doplnit/ubrat záznam (pak je nutné aktualizovat počet záznamů v hlavičce úseku). Počet záznamů je omezen dimenzováním programu.

☐ Komentářové řádky začínající písmenem C s mezerou lze přidávat v hlavičkách i v jednotlivých úsecích.

#### 3.4.1 Katalog typových parametrů modelů bloku

**Soubor** TYP\_BLOK.CAT obsahuje typové **parametry modelů bloků**. Je členěn na úseky:

- generátorů
- budičů
- regulátorů buzení
- přidavných automatik regulace buzení
- turbín
- regulátorů pohonu
- přidavných automatik regulátoru pohonu
- zdroje pohonného média (parního kotle nebo jaderného reaktoru)
- asynchronních motorů
- zátěžných protimomentů as.motorů (poháněných zařízení)

☞ Řádkové komentáře musí začínat vykřičníkem a jako oddělovače se nesmí používat tabulátoru.



Některé **parametry** nejsou pro určité **modely** využity. Pak na jejich hodnotě nezáleží. Je ale vhodné nepoužívat pro ně a zvláště pro časové konstanty nulové hodnoty, neboť by použití těchto **parametrů** pro jiný **model** způsobilo chybu. Proto program automaticky kontroluje tyto hodnoty a případně jim přiřazuje standardní hodnoty. Hlášení o úpravách je ve **výstupním souboru** INIC.HLA.



V **katalogu** mají některé **parametry** alternativní název podle **modelu**, ve kterém jsou použity nebo podle hodnoty jednoho z **parametrů**. Jedná se o úseky:

- ⇒ budičů: Ta má pro **modely** 'ST\_3' význam kg
- ⇒ turbín: Tvt, Tr, Tnt, Klp, Khp mají pro **model** 'HYDR' význam  $q_{NL}, T_w, \beta, K_{pmin}, K_{pmax}$
- ⇒ přidavných automatik regulátorů turbín: Kp1, trend, trRRV mají pro **model** 'HYDR' význam Bp, df1, df2
- ⇒ zdrojů pohonného média: většina parametrů má jiné značení pro **modely** 'BOIL' a 'NUCL' (viz [1])
- ⇒ motorů: **parametry** X20, X21, R20, R21 mají různý význam v závislosti na parametru Idef (viz [1])
- ⇒ zátěží as.motorů: K1 K2 mají pro **model** 'STAN' význam A B..

**Model** diesलगenerátoru 'DIES' má parametry rozmístěny v úsecích turbín, přidavných automatik regulátorů turbín a zdrojů - podrobnosti najde uživatel v Popisu [1].

☑ V Editoru modelů bloků se zobrazuje řádek s alternativními názvy parametrů podle použitého kontextu .

Se zavedením rozšířených **modelů** mohou jednotlivé záznamy obsahovat přidané parametry v úsecích:

- ⇒ generátorů: Xq' Tq0' pro další tlumící obvod v příčné ose
- ⇒ generátorů: Xq' Tq0' Rstat Rrot dP0 jako předchozí + ztráty v mědi statoru a rotoru a ztráty naprázdno
- ⇒ regulátorů buzení: Uimin Uimax T2 T4 pro omezení regulační odchylky a přidavný člen „lead-lag“
- ⇒ turbín: TPS vPS MvS0 kvS pro přepouštěcí stanici
- ⇒ přidavných automatik regulátorů turbín: Tsled ks vemin vemax pro alternativní model regulace otáček
- ⇒ přid. automatik reg. turbín: kp dp dpPS kpPS TIPS kdPS TdPS NR TfO kpO TIO dMp pro regulátor ostrova
- ⇒ asynchronních motorů: X12 pro společnou rozptylovou reaktanci dvou klecí
- ⇒ asynch. motorů: X12 ks\_i kr\_i Is\_i Ir\_i jako předchozí + vliv sycení rozptylových reaktancí statoru a rotoru
- ⇒ asynch. motorů: X12 ks\_i kr\_i Is\_i Ir\_i rd dM0 km1 jako předchozí +přidavné a mechanické ztráty

### 3.4.2 Katalog typových parametrů modelů sítě

Soubor TYP\_SIT.CAT obsahuje typové **parametry modelů** objektů **sítě**. Je členěn na úseky

- **zátěží** modelovaných statickou charakteristikou (platí i pro **model** vlastní spotřeby)
- čtyřstupňového frekvenčního odlehčování
- **regulačních traf**
- **zátěží** modelovaných dynamickou charakteristikou
- **zátěží** modelovaných ekvivalentním asynchronním motorem
- **UPFC**

### 3.4.3 Katalog symbolů

Katalog SYMBOL.CAT je uložen v podadresáři GLOBAL.DAT (je tedy jeden společný pro všechny projekty) a obsahuje **symboly** pro označení **proměnných**. Každý záznam je členěn na čtyři sloupce. Jednak je to vlastní symbol - čtyřmístný řetězec (alfanumerický údaj uzavřený do apostrofů), který se používá pro identifikaci proměnných v programu (při zadávání výstupů do grafiky, označení proměnných v uživatelských výstupních souborech a pro vstupní veličiny automatik a stabilizátorů). V dalším sloupci je uveden řetězec s označením jednotek. V těchto jednotkách se uvádějí pojmenované veličiny proměnných, které se používají pro výpis okamžitých hodnot v grafice na obrazovce a jako vstupy do automatik. Dále je to číselný kód, který slouží i k identifikaci proměnných v blokových schématech uvedených v Popisu [1]. A nakonec je to stručný popis fyzikálního významu proměnné, který by měl začínat od 21. pozice. Zde se uvádí i vztahné veličiny (v hranatých závorkách) pro výpočet poměrných hodnot. Z praktických důvodů se časové průběhy zobrazují v poměrných hodnotách (v grafice), stejně jako se v poměrných hodnotách ukládají proměnné bloků (uvedené v prvních dvou úsecích katalogu symbolů) do uživatelských výstupních souborů a v těchto poměrných hodnotách jsou i proměnné sloužící jako vstupy stabilizátorů.. Výše uvedené poměrné hodnoty se shodují s hodnotami proměnných uvedenými v Popisu [1]. Toto pravidlo má následující výjimku<sup>1</sup>. Proměnné odchylky skluzu a frekvence jsou v procentních hodnotách, zatímco v Popisu jsou v poměrných hodnotách.

U proměnných budícího napětí, proudu a výstupu regulátoru buzení lze vybrat proměnné buď vztahené na jmenovité hodnoty nebo na hodnoty naprázdno (což odpovídá Popisu).

Pokud se příslušné proměnné používají jen pro určitý druh modelů je toto omezení vypsáno ve složených závorkách. Pokud pak uživatel zadá požadavek na tuto proměnnou, a příslušný model není použit, vypisuje se nulová hodnota.

Za středníkem je v **katalogu** uveden číselný kód umožňující dialogům nabízet uživateli proměnné podle kontextu.

☞ Pokud se uživateli jména nelíbí nebo je zvyklý na jiná označení, může si jména **symbolů** změnit a uložit je do lokálního katalogu, který se bude jmenovat stejně SYMBOL.CAT, ale bude uložen v podadresáři VST projektového adresáře a bude platný jen v rámci daného projektu. Musí být dodržena syntaxe souboru, tedy uveden počet změněných symbolů, formát jednotlivých řádků, komentářové řádky začínající velkým písmenem C následovaným minimálně jednou mezerou a ukončení souboru vykřičníkovým řádkem od 1. pozice.

Následuje ukázka, kde místo proměnných z globálního katalogu /UP/ a IS byly zavedeny jména /US/ a IM.

```
C seznam promennych,fyzikalni vyznam,platnost {MODEL},vztaznou hodnotu [Xv],interval vypoctu <dx>|Int>
C Nsymb-Pocet velicin:
C _____Serie 11_2004_____
2
C *****
C Symbol Jednotka kod Veliciny UPFC
C
C '/US/' 'kV' -48 Amplituda napeti serioveho trafa <dx> [Uv]:21
C 'IM' 'A' -49 Proud menice <dx> [Iv]:21
C *****
C !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
```

☞ Pro jméno symbolu se zadává čtyřmístný řetězec z velkých písmen. Je zde však na místě jistá opatrnost, neboť v Popisu [1] jsou v blokových schématech použity názvy tzv. vazebních a vstupních/výstupních **proměnných**. Pokud tedy uživatel použije vlastní názvy, nebude již korespondence mezi tímto **katalogem** a Popisem **modelů**. Pro ostatní „interní“ **proměnné** bylo záměrně v Popisu použito čísel, takže si jejich **symboly** může uživatel volit. Program kontroluje duplicitu jmen a opakující se jména proměnných z katalogu vyřadí.

<sup>1</sup> To je nutno vzít v úvahu při zadávání proměnných jako vstupů do přidavných stabilizátorů nebo automatik

### 3.4.4 Tvorba dynamických modelů a určování hodnot typových parametrů

Určování parametrů **modelů** zařízení ES je náročnou činností vyžadující detailní znalost fyzikální struktury a fungování příslušného zařízení nebo provedení speciálních měření a následné identifikace. Dále pak vyžaduje znalost matematického aparátu popisujícího zařízení ve formě diferenciálních a algebraických rovnic nebo ve formě blokových schémat s operátorovými přenosy a nelinearitami. V neposlední řadě vyžaduje i celkový přehled o problematice, neboť ES vytváří složitý celek, kde výstup jednoho zařízení tvoří vstup druhého a jsou vytvářeny složité řídicí smyčky. Metodika není dosud detailně propracována (standardizována) a parametry udávané výrobcí, provozovateli nebo organizacemi provádějícími měření nemusí souhlasit s parametry **modelu**. Proto je na tomto místě třeba opatrnosti.

Zatímco vstupní data pro výpočty **ustálených stavů** jsou víceméně standardizována a totéž platí do určité míry i o datech generátorů, pro další prvky - turbíny, budiče, jejich regulačních systémů atd., jsou málokdy k dispozici úplné a spolehlivé údaje pro tvorbu jejich modelů. Tyto údaje často nezná ani provozovatel zařízení a jeho výrobce je sděluje neochotně a málokdy v požadované kvalitě a kvantitě. Pak zbývají dvě cesty.

Jednak je to provedení technicky a organizačně obtížných speciálních měření a jejich následné vyhodnocení s cílem identifikace struktury a parametrů. Tato cesta je finančně a časově náročná a ne vždy uskutečnitelná z důvodů zajištění bezpečného provozu.

Druhou cestou je analýza všech dostupných údajů o zařízení a odborné literatury. Pak následuje syntéza matematických **modelů** včetně typových **parametrů**. Tyto **modely** pak jsou testovány a porovnány s výsledky dostupných měření a praktickými zkušenostmi.

Program MODES používá koncepci **databáze modelů**, která obsahuje jména příslušných **objektů**, jména **modelů** (z **knihovny** programu) a typových **parametrů** (z **katalogů**). Program postupně **databázové** soubory (mají příponu DTB) prohledává a pokud v nich příslušný objekt nalezne, přiřadí mu údaje z **databáze**. Pokud objekt v **databázi** uveden není, přiřadí se mu tzv. standardní **model** a **parametry**.

Není-li uvedeno jinak platí, že parametry se zadávají v poměrných hodnotách (naměřená hodnota v pojmenovaných hodnotách násobená vztahnou hodnotou výstupu a dělená vztahnou hodnotou vstupu. Přehled vztahných hodnot proměnných veličin včetně jejich fyzikálního významu je uveden v katalogu SYMBOL.CAT.

Doporučuje se uživatelům používat typové parametry, které jsou součástí dodávky a v případě nejasností nebo speciálních požadavků se obrátit na autora programu.

Na instalačním disku je v adresáři DOKUMENTY soubor ParametryBudičů.doc, který obsahuje popis výpočtu typových parametrů budících systémů.



### 3.5 Soubory popisující funkce programu

Pro zadání všech parametrů výpočtu je výhodné použít příslušní dialogy, které zajistí správný formát a komfort zadávání. Z rozhraní MODMAN se dialogy aktivují z menu Modifikovat při zapnuté volbě Dialogy.

a) **soubor** RIZENI.DAT definuje:

- způsob inicializace programu, t.j. způsob získání výchozího stavu modelované **ES**; jsou možné tyto varianty, volitelné parametrem Ipoc, který může nabývat těchto hodnot:

Ipoc=1 : program na základě napěťových poměrů, daných výchozím **ustáleným stavem**, zatíží **bloky** připojené do **uzlu** výkonem. V případě, že by byly překročeny meze zadaných hodnot napětí generátoru a výkonu turbíny, program vypíše varovná hlášení do **výstupního souboru** UST.HLA (napěťové poměry a tím i vstupní **ustálený stav** nebude dodržen). Do tohoto **souboru** se vypisují hlášení o bilanci činného a jalového výkonu v **uzlech**. Vypočítaný US se uloží do **vstupního souboru** POCAT.SNP.

Ipoc=0 : při již spočítaných počátečních podmínkách a jestliže neměníme modely nebo jejich parametry není třeba počáteční podmínky počítat a touto volbou je program načítá rovnou ze **souboru** POCAT.SNP.

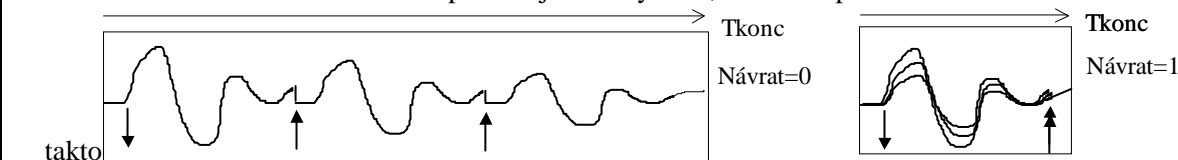
Ipoc=-1 : další možností je spustit výpočet z koncového stavu výpočtu předchozího. Výchozí stav se pak načítá z **výstupního souboru** KONEC.SNP, který vzniká automaticky při ukončení výpočtu. Výpočet pokračuje z koncového stavu předchozího ukončeného výpočtu (t.j. výpočtu, který dosáhl zadaného koncového času a nebyl přerušen uživatelem). Počáteční čas je dán koncovým časem předchozího ukončeného výpočtu.

Ipoc=-2 : další možností je spuštění výpočtu ze stavu uloženého ve **výstupním souboru** NAVRAT.SNP, který vznikne **zásahem 'SNAP'** podle **scénáře** nebo zásahem **automatiky**. Výpočet pak začíná v čase, kdy byl stav některým z předchozích výpočtů uložen.

Ipoc=3 : v tomto režimu se spočítají počáteční podmínky, vzniknou **soubory** POCAT.SNP a UST.HLA, případně **výstupní soubory** s analýzou a výpočet se ukončí.

- způsob toku času po tzv. návratu (Navrat=0 pokračuje aktuální čas, 1 vrací se do specifikovaného času)
- koncový čas výpočtu Tkonc a interval výpisu Int, v tomto intervalu se provádí výpis do **grafiky** a **uživatelských výstupních souborů**, kontrola a výpočet síťových proměnných a **zásahy** podle **scénáře**

Parametrem Návrat se také řídí režim toku času při tzv. mechanismu návratu, který vícenásobně využívá zásah 'SNAP'. Při zadání Návrat=0 pokračuje běžný čas, kdežto při volbě Návrat=1 se vrací i čas




Obr. 8 Řízení toku času při mechanismu návratu pomocí parametru Zmeny

Program MODES provádí dvojí druh iteračních výpočtů. Jednak použitá implicitní metoda řešení diferenciálních rovnic vyžaduje odhad hodnoty některých proměnných na konci integračního kroku. Jestliže relativní chyba odhadu (rozdíl odhadované hodnoty a vypočtené hodnoty na konci int.kroku dělený vypočtenou hodnotou) přesahuje zadanou přesnost, výpočet se opakuje. Jako nová odhadnutá hodnota se bere hodnota z předchozí iterace. Počet iterací je omezen a jestliže překročí zadaný maximální počet, dochází k půlení integračního kroku.

Druhý iterační proces nastává při komutaci v **síti**, jestliže je potřeba odhad napětí (u motorických a aktivních **uzlů**). Při překročení maximálního počtu iterací program vypíše hlášení do **výstupního souboru** KROK.HLA.

- minimální, výchozí a maximální integrační krok dxmin, dx a dxmax,
- zadanou lokální chybu řešení diferenciálních rovnic a dovolenou chybu řešení algebraických rovnic **sítě**
- maximální počet iterací Itermax požadavek a diagnostiky iteračního procesu (Diagn =1)
- požadavek na běh programu v reálném čase (Diagn =-1)

 Program MODES provádí automaticky změnu integračního kroku, tak aby byla dodržena lokální chyba a chyba napětí. Někdy však může docházet k časté změně kroku a prodloužení výpočtu. Pak je užitečné změnu kroku zablokovat volbou vhodných mezí integračního kroku dxmin-dxmax. Při velkých poruchách je možno prověřit konvergenci zadáním diagnostiky, která provádí podrobnější výpisy o iteračním procesu do KROK.HLA.dostupným příkazem **Hlášení | Změny kroku**. Do tohoto souboru se uloží i délka trvání výpočtu (strojný čas).

Pro velikosti intervalu výpisu a integračních kroků platí pravidla: pro  $dxmin > Int$  přiřadí program  $dxmin = Int$  (interval výpisu má prioritu), pro  $dx > Int$  přiřadí program  $dx = Int$  (interval výpisu má prioritu).

Program dále automaticky upravuje velikost dxmin pro bezesbýtkové půlení integračního kroku. Program kontroluje jestli interval výpisu je celočíselným násobkem výchozího integračního kroku a doporučí případně jeho

změnu. Není- interval výpisu celočíselným násobkem integračního kroku, dochází v posledním integračním cyklu před výpisem ke zkracování integračního kroku a výpočet se značně zpomaluje.

Všechny tyto úpravy jsou vypsány v hlášení INIC.HLA.dostupném příkazem **Hlášení | Initialization**. Souhrnný přehled o průběhu výpočtu s počtem změn integračního kroku je uložený v hlášení VYPIS.HLA, který se vypíše po stisknutí tlačítka Souhrnné hlášení o výpočtu.

Integrační krok dx je nejmenší časovou jednotkou. To je nutno vzít v úvahu při nastavování period Per automatik, logik a stabilizátorů, neboť je-li zadána perioda menší než integrační krok, jsou příslušné modely volány s periodou integračního kroku - integrační krok má prioritu.

Dále je při nutno vzít v úvahu, že některé proměnné (např. síťové veličiny) nejsou v programu aktualizovány v každém integračním kroku, ale v intervalu výpisu. Tyto proměnné jsou během intervalu výpisu Int konstantní.

Struktura vst.souboru RIZENI.DAT je následující:

```
Soubor RIZENI.DAT pro zadání řídicích parametru výpočtu
Ipoc*: způsob inicializace výpočtu {cislo INT: 0/1/-1/-2/3},Navrat**: způsob toku času po zasahu SNAP {1/0}

1, 0
Tkon (s) - koncový čas výpočtu, Int (s) - interval výpisu a kontroly, T (hod) vychozí denní čas, faktor urychlení času T
5, .05,12
Dx,Dxmin,Dxmax(s) - počáteční, minimální a maximální integrační krok

.05, .01, .1
pro MODES: eps+ {číslo Real}, epsU++ {číslo Real}, Itermax+++ {číslo INT}, Diagn+> {0/1}

.002, .002, 10, 0
```

Pro modelování časové závislosti rychlosti větru, intenzity slunečního záření a denního diagramu zatížení lze zadat výchozí denní čas T v hodinách. Čas do výstupních souborů se pak bude zapisovat ve formátu hh.mm.ss.

b) **soubor** KONT.DAT specifikuje jestli se má provádět průběžná kontrola překročení:

- proudů vedení nebo toků zdánlivých výkonů pro trafa **větve**, pro něž se počítají proudy, přenosy výkonů a ztráty; standardně se uvažují veličiny měřené na straně počátečního uzlu, pokud uživatel potřebuje koncové hodnoty, přidá ke jménu **větve** písmeno K
- impedancí viděných ochranou vedení, pro něž se počítají složky impedance viděné ochranou, rozdíly amplitud a fází napětí počátečního a koncového **uzlu**
- toků činných výkonů **profilů**, pro něž se počítají dodávky a odběry výkonů
- mezi napětí pro **uzly**, pro něž se počítají moduly, fáze (argumenty) a odchylky frekvence napětí
- vzájemné zátěžné úhly **bloků**
- mezního vnitřního zátěžného úhlu pro kontrolu ztráty stability **bloků** (pomocí kontrolu prokluzu)
- proudů jednotlivých **větví profilu**.

Při překročení nastavených mezí blikají během výpočtu tmavočerveně určité piktogramy na obrazovce (při překročení mezního napětí piktogram odběru v **uzlu** a při překročení zadaného proudu piktogram **větve**). Hlášení se zapisuje do souboru KONT.HLA dostupném příkazem **Hlášení | Kontrola**.

Je možno zadat, zda počítat sumární výkony turbín v jednotlivých **oblastech**

V tomto souboru se zadávají i kontrolované objekty - **větve**, **profily**, **uzly** a **bloky**. Definicí kontrolovaných **profilů** vznikají nové objekty.

Pro výpočet vzájemných zátěžných úhlů se zadávají jména **bloků** v řádcích pod sebou. Pokud se v druhém řádku uvede prázdný řetězec (mezera oddělená apostrofem) bude se vynášet absolutní úhel, ale omezený hodnotami  $\pm\pi$ .

Sumární výkony turbín **oblastí** jsou užitečné pro posouzení správné činnosti primární regulace P a f. Umožňuje kontrolu dynamiky primárního regulačního výkonu po vzniku deficitu činného výkonu v **ES**. Po vzniku tohoto deficitu dochází k poklesu frekvence a odezvě výkonu turbín. Pro výpočet sumárního výkonu turbín je nutné zadat nenulový parametr KontOb v úseku **oblastí**.

Příslušnost **uzlů** k dané **oblasti** a jména **oblastí** jsou definovány ve **vstupním souboru** UST.DAT. Standardní program UST vyšetřuje topologii sítě a pokud není úsek oblastí ve **vstupním souboru** UST.DAT již definován, automaticky ho vytvoří se standardními jmény Obli (i odpovídá číslu oblasti přiřazené v úseku uzlů). Také je automaticky vytvořen úsek **profilů** mezi **oblastmi** se standardními jmény Pr\_i-j (i a j odpovídají číslům oblastí, mezi nimiž je daný profil definován).

Kontrola překročení maximálního proudu vedení profilu se zadá parametrem KontP' = -1 v úseku profilu. Maximální proud je určen hodnotou I<sub>max</sub> z tabulky větví v souboru VET.DAT (nebo příslušné variantě chodu). Zadání je možné jen v textovém režimu.

c) **soubor** ANAL.DAT definuje:

- **proměnné** a **bloky**, pro které se počítají střední kvadratické odchylky. Příslušné veličiny se průběžně ukládají do **výstupního souboru** BLOK\_ANA.SRI a mohou být po skončení výpočtu zpracovány přídatným programem ODCHYLKY - viz Kap. Výpočet středních kvadratických odchylek.
- zda se má provádět analýza primární regulace f/P. Tato analýza spočívá jednak v sestrojení charakteristik statické a dynamické uvolňované primární regulační rezervy v závislosti na odchylce frekvence, které se ve formě tabulky uloží do **výstupního souboru** STAT\_PRR.GRF. Tento soubor se pak může použít pro zpracování do grafické podoby buď přídatným programem ZOBRAZ (volitelnou součástí dodávky) nebo externím tabulkovým procesorem. Uživatel má možnost zadat rozsah a krok frekvence pro statickou charakteristiku. Dále se jedná o přehled primární regulace **bloků**. Výsledky se uloží do **výstupního souboru** PRIM\_REG.ANA.
- zda se má provádět analýza sekundární regulace f/P. Analýza jednak spočívá ve stanovení přehledu celkové sekundární regulační rezervy a regulačního pásma jednotlivých **bloků**. Je uložena v souboru SEK\_REG.ANA. Jednak se hodnoty salda, regulační odchylky a odchylky frekvence průběžně ukládají do **výstupního souboru** LFC\_ANA.SRI a mohou být po skončení výpočtu zpracovány přídatným programem ODCHYLKY- viz Kap. Analýza veličin sekundární regulace P a f.
- zda se má provádět analýza statických charakteristik asynchronních motorů. Tato analýza spočívá v sestrojení statických momentových charakteristik (motoru i poháněného zařízení) a proudové charakteristiky v závislosti na skluzu, které se ve formě tabulky uloží do **výstupního souboru** STAT\_MT\*.GRF. V každém sekvenčně číslovaném souboru jsou uloženy charakteristiky 5 motorů, takže podle skutečného počtu motorů roste počet **výst.souborů** odlišených číslem před příponou. Tyto **soubory** lze obdobně jako u primární regulace zpracovat do grafické podoby buď přídatným programem ZOBRAZ nebo externím tabulkovým procesorem.. Statické charakteristiky lze definovat až v 10 hodnotách skluzu , zadaných v **souboru** ANAL.DAT.
- zda se má provádět analýza počátečního, koncového stavu **sítě**, a analýza jejich rozdílů. Je možno zadat analýzu buď jen **uzlů** (parametr Anal=2), **větví** (parametr Anal=3) nebo obojího (parametr Anal=4). Přehled analýzy je uložen ve výstupních souborech SIT\_POC.ANA, SIT\_KON.ANA a SIT\_ROZ.ANA. Detailnější analýzu výkonové bilance v jednotlivých uzlech po skončení výpočtu je možné provést po zadání Anal=6 s výstupem do **souboru** SIT\_BIL.ANA.  
Při zadání Anal=7 program provádí analýzu vzniklých ostrovů a zapisuje ji do souboru SIT\_OSTR.ANA.
- napěťové hladiny, pro které se provádí kontrola vybočení napětí v **uzlech** ze zadaných mezí a kontrola překročení zadaných mezních proudů. **Uzly** a **větvě**, ve kterých došlo k porušení mezí se označí v předchozích **výstupních souborech** hvězdičkou a zároveň se vypisují do **výstupního souboru** SIT\_PRET.ANA.
- mezní odchylky napětí od jmenovité hodnoty a mezní hodnoty proudů pro zadané napěťové hladiny
- **proměnné** a **bloky**, pro které se provede harmonická analýza. Příslušné veličiny se průběžně ukládají do **výstupního souboru** HARM\_ANA.SRI a mohou být po skončení výpočtu zpracovány přídatným programem HARM\_ANA - viz Kap. Harmonická analýza vybraných proměnných. Jako první **proměnná** musí být uveden přídatný harmonický signál, který kývání vyvolal.

diagnostiku **vývodu**- pro vybraný vývod vypisuje do výstupního souboru AKCE.HLA stavové proměnné pro distanční ochranu, nadproudovou ochranu a synchronizační zařízení (Dia=1,2 a 3). Pro distanční ochranu má formát :

$t, J_m V_{yv}, R_m, X_m, St_{av} V_{yv}, I_{1A}, I_{1B}, I_{1C}, \dots, I_{NA}, I_{NB}, I_{NC}, I_6, I_7, i_{OZ}, l_{GS}, l_{Str}$

kde  $R_m + jX_m$  je měřená impedance v  $\Omega$ ,  $St_{av} V_{yv}$  je stav vývodu (0/1 VYP/ZAP)

$I_{1A}, -I_{1C}$  jsou stavy zón 1-N v jednotlivých fázích A,B,C (0,1,2,3,4 : VYP/ZAP/Náběh/Popud/Blokování)

$I_6$  je stav závery proti kývání (0,1,2,3,4“ VYP,venku./mezi,uvnitř,blokování) )

$I_7$  je stav 7.zóny,  $i_{OZ}$  příznak OZ (0/1 VYP/ZAP),  $l_{GS}$  signalizace generálního startu,  $l_{Str}$  přízna strhávání pro nadproudovou ochranu má výpis formát :

$t, J_m V_{yv}, I_m, l_{Podp}, Me_{z1}, T_1, I_{1A}, \Delta I_{1A}, I_{1B}, \Delta I_{1B}, I_{1C}, \Delta I_{1C}, \dots, Me_{z3}, T_3, I_{3A}, \Delta T_{3A}, I_{3B}, \Delta T_{3B}, I_{3C}, \Delta T_{3C}$

kde  $I_m$  je měřený proud,  $l_{Podp}$  je příznak blokování od napětí, jsou mezne a časy jednotlivých stupňů

$Me_{z1}, T_1, I_{3A}, \Delta T_{3A}$  jsou stavy a časování jednotlivých stupňů ve fázích

pro synchronizační zařízení má výpis formát:

$t, J_m Ochr, \Delta U, \Delta \phi, \Delta f, St_{av} S, l_U, l_f, l_\phi$

kde  $\Delta U$ ,  $\Delta \varphi$ ,  $\Delta f$  jsou měřené rozdíly napětí, fází a frekvencí a  $1U, 1f, 1\varphi$  jsou logické proměnné splnění jednotlivých podmínek fázování

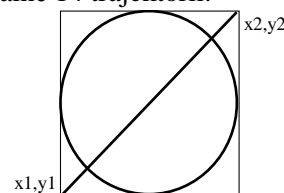
d) **soubor** VYSTUP.DAT definuje vzhled **grafiky**:

- dvě hlavičky zobrazované na obrazovce ve formě dvou devatenáctimístných **řetězců** během výpočtu je do pravého hlavičky zasíláno hlášení o posledním provedeném zásahu
- **proměnné** zobrazované na obrazovce během výpočtu ve formě 1, 2 nebo 4 grafů až po sedmi veličinách. Seznam zobrazitelných **proměnných** je obsažen ve **vstupním souboru** SYMBOL.CAT. **Proměnné** se zadávají pomocí jmen **symbolu** a **objektu**. Tyto proměnné se do grafů zobrazují v poměrných hodnotách. Toto pravidlo neplatí pro skluzy generátorů a odchylky frekvencí (zobrazované v procentech), derivaci frekvence (zobrazované v procentech/s) a úhly (zobrazované v radiánech).

**proměnné** lze do uživatelských **výstupních souborů** typu 'GR1'-'GR4' (viz dále) zapisovat pojmenovaných hodnotách po zadání hvězdičky na začátek jména symbolu příslušné **proměnné**.

Pokud se zadá více než sedm veličin, je v grafice zobrazováno prvních 7, zatímco do uživatelských **výstupních souborů** typu 'GR1'-'GR4' se zapisují všechny.

- způsob zobrazování okamžiků **zásahů automatik** a uživatele během výpočtu. Při zadání parametru Zmeny=0 se tyto okamžiky nezapisují. Jedná se pak o ekvidistanční zobrazení časových intervalů o konstantní velikosti dané intervalem výpisu Int (ze **souboru** RIZENI.DAT, případně měněné podle **scénáře zásahem** 'SAMP')<sup>1</sup>. Při zadání Zmeny=1 se všechny okamžiky **zásahů** zaznamenávají. V případě komutací v **síti** se pak okamžik zaznamená dvakrát - před a po provedení **zásahu**, takže je vidět skoková změna.
- volbu zobrazení koncových bodů fázorů uzlových napětí, elektromotorických sil, zdánlivých výkonů **bloků** nebo zdánlivých impedancí vedení v kartézské souřadné rovině (s reálnou a imaginární osou). Tento způsob zobrazení se použije při zadání N\_gr=5. V úseku prvního grafu se pak zadá rozsah osy reálné (Xmin-Xmax) a první část **proměnných**. V úseku druhého grafu se uvede rozsah osy imaginární (Ymin-Ymax) a druhá část **proměnných**. Další úsek je ignorován, takže do kartézské roviny lze vynést maximálně 14 trajektorií.
- je možné zadat statické kružnice a přímky do grafiky při zobrazení v komplexní rovině. Využívá se pro to třetí a čtvrtý úsek grafů. Na řádek symbolů se zadávají klíčových slov 'CIRCLE' nebo 'LINE' pro zobrazení kružnice nebo přímky. Na řádek definující objekty se uvádí pro každou kružnici nebo přímku dvojice souřadnic čtyřmi parametry x1,y1,x2,y2. Jejich význam je patrný z obrázku. Počet zadanych kružnic nebo přímek nesmí převýšit počet zadanych **trajektorií**.



- jako statické objekty je možné zobrazovat i charakteristiky **automatik**, které mají měřicí článek 'CIRC' nebo 'LINE'. Jména **automatik** se zadají v řádce symbolů a řádek objektů je prázdný.
- v grafice je možné zobrazit i naměřené průběhy, uložené v ASCII souboru kde v prvním sloupci je uložena závisle proměnná (čas) a v dalších sloupcích nezávisle proměnné. Jako oddělovač slouží mezera nebo tabulátor. Soubor může začínat komentářovými řádky (začínajícími písmenem C). Pak následuje řádek názvů proměnných (alespoň čtyřmístné alfanumerické znaky). Opět mohou následovat komentářové řádky. Dále je možno zadat řádek vztažných hodnot, který začíná řetězcem 'V' následovaným vtažnými hodnotami –proměnné se před zobrazením v grafice vydělí těmito vztažnými hodnotami (lze tak porovnávat počítané hodnoty, které jsou v grafice zobrazovány vždy v poměrných hodnotách). Tyto soubory musí být uloženy v podadresáři RESOURCE pracovního adresáře. Příklad souboru je na následujícím výpisu:

C mereny prubeh proudu UPFC	Popis proměnných ve sloupcích	Komentářový řádek začínající C a mezerou
t[s] IS_UPFC1[A]		
C zobrazeno v pomernych hodnotach vztazeny na 1444 A	Definice vztažných hodnot začínající 'V'	Komentářový řádek začínající C a mezerou
'V' 1 1444		
0.000 250.99254		Následují řádky s časovým průběhem –1.sloupec je čas

Rovněž je možno zobrazit průběhy uživatelských výstupních souborů typu GR1-GR4, které jsou uloženy v pracovním podadresáři VYST jako výsledky předchozích výpočtů -pak je možné přímo v grafice porovnávat časové průběhy jiných **případů** s aktuálním průběhem. Na řádku symbolů se zadá řetězec popisu sloupce a na řádku objektů specifikace souboru. MODES nejprve zobrazí tečkovaně naměřené průběhy a pak plnou čarou simulované průběhy. Zadání předchozích statických objektů ulehčují příslušné dialogy MODMANu (příkaz **Modifikovat Grafika**), které po zaškrtnutí volby Vnější zdroj nabídnou soubory i proměnné v nich obsažené.

Grafiku je možno vypnout spustí-li se MODES s řádkovým parametrem G (MODES G).

Parametrem DOS lze ovlivnit chování **grafiky** po skončení výpočtu - pro 0 zmizí sama, pro 1 po stisknutí klávesy K.

<sup>1</sup> toto pravidlo je porušeno při zásahu podle scénáře v případě, že zadaný okamžik není násobkem intervalu výpisu

- e) **soubor** SOUBORY .DAT definuje data pro tzv. uživatelské **výstupních souborů**. Jedná se o:
- dvě sady stejných proměnných až 12 vybraných **bloků** pro zápis do **výstupního souboru** typu 'SET'
  - komentářový řádek umísťovaný do hlaviček **výstupních souborů** ( pro dokumentaci)
  - osmimístný řetězec generického jména pro jmenovací konvenci uživatelských **výstupních souborů**
  - tyto typy uživatelských **výstupních souborů**:

'ELEC'	základní elektrické <b>proměnné bloku</b>
'MECH'	mechanické veličiny <b>bloku</b>
'MOT'	<b>proměnné</b> motoru
'P'	vypíše se činné výkony <b>větví</b> , <b>uzlů</b> a <b>profilů</b> vybraných objektů <b>sítě</b> : t,P1..PNvet,P1...PNodb,P1....PNdod,P1....PNprof postupně toky <b>větví</b> , odběry a dodávky <b>uzlů</b> a přenosy <b>profilů</b>
'Q','I'	obdobně pro jalové výkony a proudy
'RX'	vypíše se reálné a imaginární složky impedancí viděných ochranou na počátku a konci vedení zadaných v KONT.DAT v pořadí: t,Re{Z1p},Im{Z1p},Re{Z1k},Im{Z1k},.....,Im{ZNvedk}
'ABS'	vypíše se moduly napětí v <b>uzlech</b> vybraných objektů <b>sítě</b>
'ARG'	vypíše se fáze napětí v <b>uzlech</b> vybraných objektů <b>sítě</b>
'ANG'	vypíše se absolutní nebo vzájemné úhly rotoru generátorů definovaných v KONT . DAT
'DF'	vypíše se odchylky frekvence napětí v <b>uzlech</b> (pouze pro aktivní <b>uzly</b> <sup>1</sup> )
'RAT'	vypíše se poměrné převody <b>větví</b> definovaných v KONT . DAT
'LOS'	vypíše se činné ztráty <b>větví</b> definovaných v KONT . DAT
'SET'	vypíše se dvě sady veličin vybraných <b>bloků</b>
'D12','D34'	vypíše se veličiny vybrané pro 1. a 2./ 3. a 4 graf na obrazovce
'GR1'-'GR4'	vypíše se <b>proměnné</b> vybrané pro 1. - 4. graf na obrazovce
'TAP'	vypíše se odbočky <b>regulačních traf</b> , definovaných ve VET . DAT
'LFC'	vypíše se veličiny centrálního regulátoru P a f <b>oblasti</b>
'SRC'	v případě, že je ve scénáři zadán zkrat, vypíše se do tohoto souboru veličiny zkratového proudu
'SRA'	v případě, že je ve scénáři zadán zkrat, vypíše se parametry větví, prvky uzlové a zkratové matice.

U prvních tří typů **výstupních souborů** je třeba uvést jméno **bloku**, jehož **proměnné** chceme vypsát. U posledního se uvede jméno **oblasti**.

Vybrané objekty **sítě** se definují:

- ve vstupním souboru KONT . DAT pro zadání kontrolních mezí a definici **profilů**
- ve vstupním souboru VYSTUP . DAT pro zobrazení proměnných **grafikou**
- ve vstupním souboru AUTOMAT . DAT pro zadání proměnných jako vstupy měřících článků
- ve vstupním souboru UST . DAT pro zadání **oblastí**.

Všechny uživatelské **výstupní soubory kromě typu GR1 –4** mají hlavičku s popisem vypisovaných veličin<sup>2</sup> a jsou opatřeny komentářem dle volby uživatele. Lze je přímo používat do tabulkových procesorů (pro QUATTRO se natažení provede volbou "comma delimited file", pro EXCEL volbou oddělovač čárka v příkazu TEXT).

Pojmenování uživatelských **výstupních souborů** je možno provést trojím způsobem:

- ♦ explicitním vypsáním specifikace souboru t.j. diskové jednotky, cesty, jména a přípony souboru.
- ♦ jmenovací konvencí, která podle typu **souboru** přiřadí souboru standardní jméno a uloží ho do podadresáře VYST. U **souborů** týkajících se **bloků /oblastí** se jméno **souboru** shoduje s jménem **bloku/oblasti** a přípona odpovídá typu (ELE, MEC, MOT nebo LFC).

Standardní jméno je určeno generickým jménem. Není-li uvedeno použije se jméno **případu**.

☞ Pokud uživatel při dalším spuštění programu nezmění **adresář výstupních souborů**, původní soubory se přemažou novými (zálohování se automaticky neprovádí a záleží na uživateli, jestli při novém spuštění programu zadá nové výstupní **adresáře**, nebo **výstupní soubory** přenesou do archivních **adresářů**).

Pokud jsou zadány soubory typu GR1-GR4 pojmenované identifikátorem **případu** (tj. uživatel zadá prázdný řetězec pro generické jméno výstupních souborů) jsou tyto soubory dostupné z uživatelského rozhraní MODMAN pomocí tlačítek na liště. Je možné je zobrazit i v grafické podobě při zaškrtnuté volbě **Výsledky/Graficky**.

### 3.6 Zadávání zásahů scénářem

Tabulka ukazuje seznam možných **zásahů**.

<sup>1</sup> aktivní jsou **uzly** s připojeným **blokem**, zadaným modelem **zátěže**, s definovaným frekvenčním odlehčováním.

<sup>2</sup> jedná se zejména o symbol proměnné, objekt, vztahovou hodnotu (pokud je proměnná v poměrných hodnotách)

Kod	Význam	Ident	Par1	Par2
'AUTO'	Zap.(Iaut=1) nebo vyp.(Iaut=0) <b>automatiky</b>	jmenoA	Iaut	
'STAB'	Zap.(I=1) nebo vyp.(I=0) <b>stabilizátoru</b>	jmenoS	I	
'LOGC'	Zap.(I=1) nebo vyp.(I=0) <b>logiky</b>	jmenoL	I	
'BRAN'	Mění stav <b>větve</b> -vypíná/zapíná oboustranně (0/1) odepíná v počátečním/koncovém uzlu (-4/4)	jmenoV	Istav	
'F_LO'	Rozpojení jedné/dvou fází(I=1/2)	jmenoV	I	
'TRAN'	přírůstek poměrného převodu trať/odbočky pro 3VT	jmenoV	abs{dPt}[pj]/±1	
'STRC'	změna struktury regulátoru turbíny	jmenoB	I	
'EXCT'	změna zad. hodnoty regulátoru napětí/jal.výkonu/účinníku	jmenoB	dU/dQ[pj]/cosfi	-/-/±1
'TURB'	změna zadané hodnoty regulátoru výkonu	jmenoB	dN[pj]	
'LOAD'	změna výkonu zátěže v <b>uzlu</b> o dPzat a dQzat	jmenoU	dPzat[%]**	dQzat
'UNIT'	Zap.(Istavg=1) nebo vyp.(Istavg=0) vypínače <b>bloku</b>	jmenoB	Istavg	
'LFCS'	změna zadané hodnoty salda cent.regulátoru <b>oblasti</b>	jmenoO	Plan[MW]	
'LFCB'	vyřazení(I=0)/zařazení (I=0) <b>bloku</b> do sek. regulace P/f	jmenoB	I	
'PUMP'	přechod do čerpadlového režimu pro 'HYDR' I=1	jmenoB	I	
'VALV'	aktivace/vypnutí rychlého zavření ventilu turbíny I=1/0	jmenoB	I	
'FREQ'	změna zadané hodnoty korektoru frekvence o df	jmenoB	df[pj]	
'SYNC'	synchronizace <b>bloku</b>	jmenoB	1	
'ANAL'	provede se analýza zadané <b>oblasti</b>	jmenoO		
'FOUL'	zkrat na <b>větví</b> ve vzdálenosti od poč. <b>uzlu</b> Vzdal	jmenoV	Vzdal[%]	Xboc[Ω]
'FSLG','FDLG'	jednopolový, dvoupolový zemní a dvoupolový zkrat	jmenoV	Vzdal[%]	Xboc[Ω]
'F_LL'	na <b>větví</b> ve vzdálenosti od poč. <b>uzlu</b> Vzdal			
'CLER'	odpojení zkratu I=3;zkratu+1 fáze I=1;Zkratu+3fází I=0 počátečního <b>uzlu</b> I= -2; koncového <b>uzlu</b> I= 2	jmenoV	I	
'EXCH'/'TURH'	zavedení harmonického signálu do regulátoru buzení/pohonu	jmenoB	amplituda[pj]	ω[rad/s]
'EXCS'/'TURS'	zavedení skokového signálu do regulátoru buzení/pohonu	jmenoB	skok[pj]	
'MARK'	napiše číslo na i-té trajektorii v grafice	'i'	číslo [1-9]	
'FICT'	Nastaví logický výstup <b>automatiky</b> na hodnotu Ilog	jmenoA	Ilog	
'RAMP'	rampová <b>změna</b> zátěže o dS rychlostí v	jmenoU	dS [%]**	v[%/min]
'ISLN'	přepnutí do regulace ostrova pro I=1	jmenoB	I	
'PAR#'	Změna typových parametrů modelu <b>bloku</b>	jmenoB	i	
'OLTC'/'OLTS'	Změna zadané hodnoty napětí nebo stvu regulačního trať	jmenoRU	dU/iStav	
'EXTR'	Zap.(I=1) nebo vyp.(I=0) <b>externího regulátoru</b>	jmenoR	I	
'SETR'	Změna zadané hodnoty <b>externího regulátoru</b>	jmenoR	dZad	
'TERC'	Změna regulačního pásma <b>bloku</b> nahoru /dolů pro I=-1/1	jmenoB	I	
'UPFC'	Změna stavu (Par1=-1, blokování ,0 pro vypnuto,...) UPFC	jmenoUP	-1/0/1/2/3/5	
'UPFU'	Změna zadané hodnoty napětí v poč. uzlu Uz UPFC	jmenoUP	dU[kV]	
'UPFP'	Změna zadané hodnoty přenášeného výkonu Pz UPFC	jmenoUP	dP[MW]	
'WRAM'	Trendová změna rychlosti větru pro model turbíny WINS	jmenoB	T [s]	dv[%]
'WGUS'	Poryv rychlosti větru pro model turbíny WINS	jmenoB	T [s]	dv[%]
'ARNUS'/'ARNU'	změna stavu/ zadané hodnoty <b>ARN</b>	jmARN	iStav/ dUz	
'ARNB'	změna stavové proměnné regulačního bloku <b>ARN</b>	jmenoB	iStavI	
'TSPD'	změna zadané hodnoty regulátoru otáček	jmenoB	dwz[pj]	
LFCM	Změna režimu LFC (I=0,1,2,3 pro VYP/f,P/f+P)	jmenoO	I	
DIST	Změna stavu distanční a nadproudové ochrany (1-ZAP, 0-VYP)	jmVyv	iStav	iStavI
'SYNT'	Spustí synchrotrakt pro fázování (I=1,2) nebo kruhování (3)	jmVyv	I	
'SHNT'	ZAP/VYP N-tého kompenzačního prostředku	jmenoU	I	N
'REST'	Obnovení odlehčené zátěže o dS rychlostí v nebo skokově o dP, dQ	jmenoU	dS [%]/dP [%]	v[%/min]/dQ [%]

\*\* procentní přírůstek z počáteční hodnoty odběru uvedené ve **vstupním souboru** UST.DAT

jmenoU - jméno **uzlu**                      jmenoV - jméno **větve**                      jmenoO - jméno **oblasti**                      jmenoB - jméno **bloku**  
jmenoA - jméno **automatiky**                      jmenoL- jméno **logiky**                      jmenoRU - jméno regulačního **uzlu**                      jmARN - jméno **ARN**  
jmenoS- jména **stabilizátoru**                      jmenoS- jména **stabilizátoru**                      jmenoUP- jméno **UPFC**                      jmVyv- jméno **vývodu**

a) Posloupnost zásahů je v souboru SCENAR.DAT. Struktura souboru je následující:

Tnast1,Kod	posloupnost časů, v kterých nastanou příslušné <b>zásahy</b> a klíčové slovo zásahu
Nzmen	počet zásahů jednoho typu v daném čase (pro 'SAMP' 'SNAP' 'STEP' se zadá 1)
Ident,Par1,Par2	jméno objektu a parametry <b>zásahu</b>
Tnast2,Kod	
Tkonc, 'END'	Tkonc.....hodnota času, kterého se při výpočtu nedosáhne (větší než Tkon z RIZENI.DAT)

**Zásah** 'AUTO' slouží ke změně stavu **automatiky**. Tímto **zásahem** tedy můžeme pomocí **scénáře** v určitém čase zablokovat nebo odblokovat působení definované **automatiky**. Používá se také pro zapnutí nebo vypnutí sekund.regulace P a f jako celku (zadáním jmenoA='LFC') tedy sekundárních regulátorů všech **oblastí**.



Obdobné jsou **zásahy** 'STAB' a 'LOGC' působící na stabilizátor a logiku.

Je-li větev jednostranně odpojena (předchozím **zásahem** 'BRAN' s parametry 4/-4) způsobí následný **zásah** 'BRAN' s parametry 1/0 oboustranné zapnutí/vypnutí větve (přechod do stavu #B=3/0). Následný **zásah** 'BRAN' s parametry -4/4 způsobí oboustranné vypnutí větve (přechod do stavu #B=0).

**Zásah** 'STRC' mění strukturu regulátoru turbíny. Variabilní struktura zobecněného regulátoru turbíny je popsána v [1]. Význam parametru I závisí na stávajícím stavu regulátoru podle následující tabulky:

Základní režim	Regulátor VYP			I=0	↓ I=1
	Regulátor ZAP	↑ I=0	↑	↓ I=1	↓
Regulace otáček	Provozní		I=0		↑ I=1
	Poruchová		I=1		↑ I=0

Jestliže je např. regulátor turbíny v základním režimu regulace (ZAP) a zadáme I=1, přejde regulátor do provozní regulace otáček<sup>1</sup>. Při zadání I=0 se regulátor vypíná a přechází se do ručního řízení ventilů nebo do přirozeného klouzavého tlaku (podle hodnoty **parametru** A1 z úseku regulátoru pohonu -0 nebo 1).

Poruchová regulace otáček není dostupná pomocí **zásahu** (přechází se do ní automaticky - regulátorem přeběhu), ale je možné ji přepnout zpět do základní (I=1) nebo provozní regulace otáček (I=0).

U **zásahů** 'EXCT' a 'TURB' závisí význam Zmena1 na režimu regulace. Jestliže regulátor buzení pracuje v režimu regulace jalového výkonu (volbou typového **parametru** TiQ >0 v úseku přídatných automatik buzení), **zásah** 'EXCT' změní zadanou hodnotu jalového výkonu, u regulace napětí (volbou TiQ =0), změní se zadaná hodnota svorkového napětí generátoru. Jestliže regulátor reguluje na konstantní účinní (volbou TiQ <0) je nutno, kromě nového účinníku zadat i druhý parametr (1 pro induktivní a -1 pro kapacitní). Jestliže je regulátoru turbíny v základním režimu, pak **zásah** 'TURB' změní zadanou hodnotu výkonu turbíny. V případě, že se jedná o provozní regulaci otáček, do kterého se regulátor dostane předchozím **zásahem** 'STRC', dojde **zásahem** 'TURB' ke změně zadané hodnoty otáček. Všechny změny hodnoty se zadávají v poměr.hodnotách.

**Zásah** 'LOAD' způsobí skokovou změnu objemu **zátěže** v **uzlu**. Zadává se v procentech výchozího stavu, definovaného počátečním **ustáleným stavem**.

**Zásah** 'UNIT' způsobí odpojení **bloku** od **sítě** (jestliže je **blok** připojen). Synchronní stroj přechází do chodu naprázdno. Pro zabránění zvýšení otáček, dochází automaticky k rychlému zavření ventilů turbíny. **Zásahem** 'SYNC' se provede synchronizace odpojeného generátoru se **sítí** (srovnání svorkového napětí s napětím v **uzlu** a srovnání fázového posunu a frekvencí obou napětí), čímž je genrátor připraven k opětovnému připojení k **síti** **zásahem** 'UNIT'. Motor dobíhá a po **zásahu** 'UNIT' se opětovně rozbíhá.

**Zásah** 'PUMP' lze použít pro **model** vodní turbíny ('HYDR' zadaný v **databázi** BLOK.DTB). Způsobí přechod do čerpadlového režimu, kdy **blok** odebírá výkon ze **sítě**.

**Zásah** 'VALV' lze použít pro podrobný **model** parní turbíny ST\_A pro zavírání regulačních a záchytných ventilů turbíny rychlostmi VcStop a ViStop z typových **parametrů** turbín. Zadáním I=0 přebírá řízení ventilů opět regulátor, jehož výstup mezitím pro hladký přechod sledoval výstup čidla výkonu.

**Zásah** 'FREQ' změní zadanou hodnotu v korektoru frekvence. Účinek **zásahu** závisí na typových **parametrů** regulátoru pohonu (necitlivosti dfr, statice 1/Kcor a omezeních Nfmin, Nfmax).

**Zásah** 'ANAL' provede průběžnou analýzu stavu **sítě** popsanou v Kap.

<sup>1</sup> charakter této regulace závisí na typovém **parametru** Ti2 z úseku přídatných **automatik** regulátoru pohonu

Analýza stavu sítě. Výsledek je uložen do **výstupního souboru** SIT\_SNIM.ANA.

**Zásahy** 'EXC\*' a 'TUR\*' způsobí přičtení přídatného signálu do součtového bodu regulátoru buzení a turbíny. Signál je buď sinusový nebo skokový. Používá se pro studium statické stability a lineární analýzu.

**Zásahem** 'MARK' je možno zadávat značky na trajektoriích proměnných v komplexní rovině. Jako objekt se zadává pořadí trajektorie definované ve **vst.souboru** VYSTUP.DAT. Jako parametr se zadává celé číslo 1-9.

**Zásahem** 'RAMP' se provádí rampová změna **zátěže** o velikost dS rychlostí v. Změna je aplikována na **zátěž** definovanou nestandardními **modely** a příslušný **uzel** musí být předem definovaný v **souboru** KONT.DAT v úseku kontrolovaných odběrů. Velikosti rychlosti je nutné přizpůsobit interval výpisu Int.

**Zásahy** 'EXC\*' a 'TUR\*' způsobí přičtení přídatného signálu do součtového bodu regulátoru buzení a turbíny. Signál je buď sinusový nebo skokový. Používá se pro studium statické stability a lineární analýzu.

**Zásahy** 'PAR#', kde # zastupuje pořadové číslo úseku v **katalogu typových parametrů bloku** a i je parametr zásahu, způsobí změnu typových parametrů na v pořadí i-tou sadu typových parametrů, přičemž první sada („default“) typových parametrů v globálním katalogu má pořadí 1 a následují sady parametrů z lokálního katalogu.

**Zásah** 'ISLN', způsobí přechod regulace pohonu do režimu regulace ostrova. Aby se zásah provedl je nutné, aby příslušný blok měl definován rozšířený model turbíny a přídatných automatik (viz [1] a [2]).

**Zásahy** 'FICT' způsobí změnu logického výstupu **automatiky**. Tato automatika pak může sloužit jako vstup logických článků **logiky**.

**Zásah** 'WRAM' způsobí trendový nárůst rychlosti větru o relativní velikost dv během doby T. 'WGUS' simuluje větrný poryv o relativní amplitudě dv trvající dobu T dle rovnice  $-dv \cdot \sin(3\pi x) \cdot (1 - \cos(2\pi x)) / 200$   $x < 0,1 >$ .

V následující tabulce jsou uvedeny **zásahy** nevyžadující zadávat konkrétní **objekt**.

Kod	Význam	Par1	Par2
'SAMP'	změna intervalu zápisu Tsamp a zadané přesnosti	Tsamp[s]	eps[pj]
'SNAP'	zápis stavu I=0 návrat do stavu I=1	I	
'STEP'	změna horní meze integračního kroku	dTmax	
'TIME'	změní relativní čas TREL na hodnotu t nebo o t (pro t<0)	t[s]	
'STOP'	ukončí výpočet		

**Zásahem** 'SAMP' lze zadat rozdělení intervalu výpisu do **výstup.souborů** a **grafiky** (časovou lupu).

**Zásah** 'SNAP' umožňuje tzv. návrat do předem zadaného stavu a tak provádění cyklických výpočtů na jedno spuštění programu. Typickým příkladem tohoto postupu je hledání mezního času zkratu. **Zásahem** 'SNAP' s I=0 si program zapamatuje stav **ES** a dalším zadáním 'SNAP' s I=1 se program vrátí do tohoto stavu (načtením ze **souboru** NAVRAT.SNP). Mezi tím se se zadává provedení zkratu postupně s prodlužující se dobou odpojení (**zásahem** 'CLER'), dokud je systém stabilní. Stabilitu systému kontrolujeme vizuálně podle průběhu **proměnných bloku** nebo **sítě**, nebo zavedeme **automatiku**, simulující ochranu proti ztrátě stability.

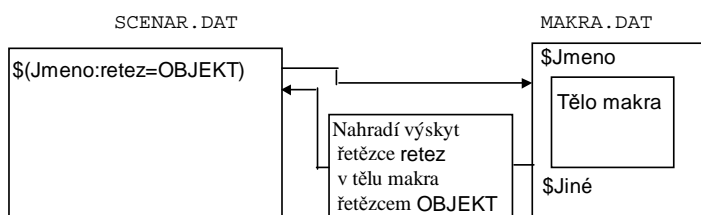
**Zásahem** 'STEP' lze zablokovat automatickou změnu integračního kroku (pokud se zvolí dTmax<dTmin). Je to výhodné při simulaci posloupnosti velkých poruch, kdy častá automatická změna integračního kroku by způsobovala zpomalování výpočtu.

**Zásahem** 'TIME' lze změnit vnitřní proměnnou TREL, kterou lze použít jako měřenou veličinu automatiky. Je-li parametr Par1 záporný, stávající hodnota relativního času se změní o tuto hodnotu. Při kladné hodnotě se hodnota TREL změní na tuto hodnotu. Dokud nebyl zadán **zásah** 'TIME' rovná se TREL běžnému času simulace.

**Zásahem** 'REST' lze vrátit odebíraný výkon na hodnotu před působením frekvenčního odlehčování nebo na hodnotu po ztrátě napájení (kdy se zatížení odlehčí úplně automaticky). Obnovovat zatížení lze skokově o dP a dQ (pro zátěž modelovanou standardně konstantní admitancí) nebo trendem (pro zatížení v **aktivních uzlech**).

Detailní příklady použití jednotlivých **zásahů** nalezne uživatel v Průvodci [2].

b) soubor MAKRA.DAT - obsahuje **seznam** maker. Princip **makra** je zobrazen na následujícím obrázku:



Pokud program narazí při čtení **vstupního souboru** na řádek začínající znakem \$, začne prohledávat soubor MAKRA.DAT až najde řádek s odpovídajícím jménem. Dále načte úsek tohoto souboru až do dalšího výskytu znaku \$ (tzv. tělo makra). V těle makra pak nahradí všechny výskyty zástupného textu retez jménem OBJEKT. V definici makra

může být uvedeno až pět zástupných textů.

**Obr. 9** Přesměrování čtení při výskytu **makra** ve **vstupním souboru**

V seznamu **maker** tedy mohou být připraveny jakési šablony zásahů s obecným - abstraktním jménem **objektu**. Šablona může pak být vícenásobně použita náhradou zástupného jména jménem konkrétního **objektu**.

Další využití makra je pro zadávání hromadných a násobných zásahů **automatik a logik**.

Tabulky maker mohou být podobně jako katalogy globální (uložené v podadresáři GLOBAL.DAT a dostupné všem **projektům**) a lokální uložené v podadresáři VST daného **projektu**.

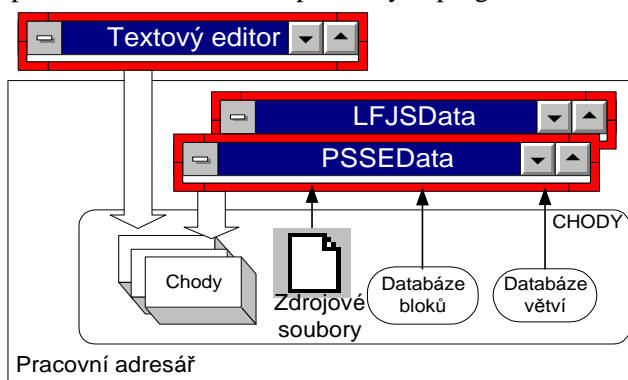
#### 4. DYNAMICKÁ SIMULACE ELEKTRIZAČNÍ SOUSTAVY

Základní fáze dynamické simulace byly zmíněny v úvodu. V této kapitole je popíšeme podrobněji.

##### 4.1 Příprava výchozího chodu sítě

Pro přípravu výchozího chodu existují následujících možností:

1. úprava výchozího jednoduchého chodu **pomocí editoru chodů**
2. sestavení vstupních souborů chodu pomocí textového editoru a jeho ladění pomocí standardního pomocného programu UST, který je součástí dodávky - viz kapitola 4.3.
3. export souborů chodu z programu GLF - viz dokumentace programu GLF.
4. použitá transformačních pomocných programů, které mohou být součástí dodávky- viz následující schéma:



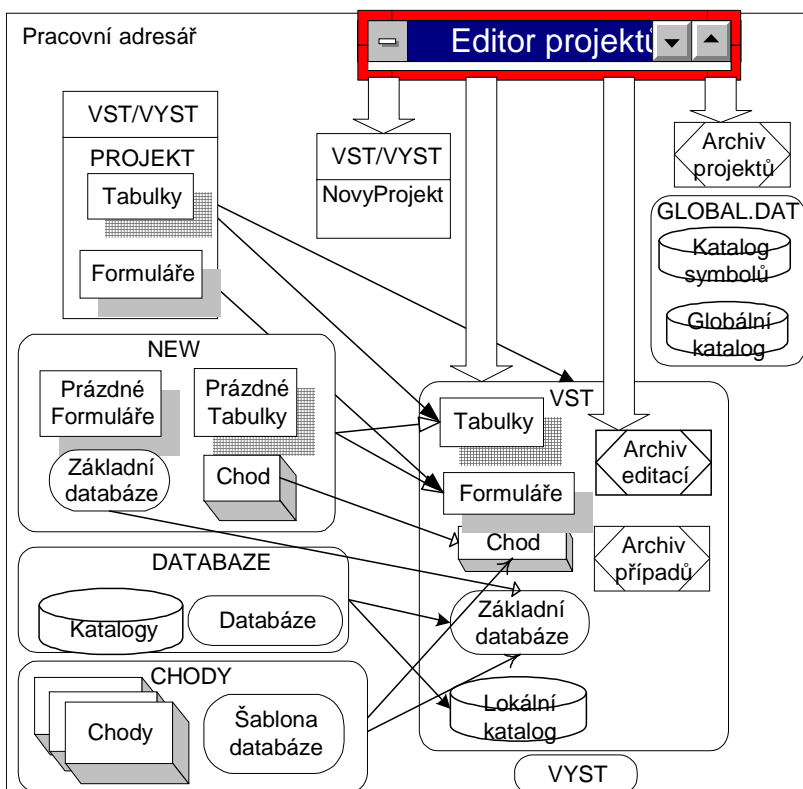
Zdrojové soubory (výstupy externích programů PSSE, LFJS a ve formátu UCTE) jsou shromažďovány v podadresáři CHODY, který tvoří skladiště **chodů**. Po spuštění se transformačním programům zadá jméno vstupního souboru a jméno výstupního chodu. Výsledné soubory chodu budou uloženy opět v podadresáři CHODY, odkud se mohou používat při sestavování nového **projektu** - viz následující kapitolu. Programů se spustí příkazem **Nástroje/Transformace dat..** nebo **Konverze dat z LFJS**. Při konverzi se používají databáze bloků GEN.DTB a větví VET.DTB.

Obr. 10 Schéma použití transformačních programů

##### 4.2 Sestavení nového projektu

Sestavení nového projektu se provede pomocí příkazu **Projekt|Nový**.

V následném dialogovém okně si může uživatel vybrat tři zdroje:



1. **chody** z podadresáře CHODY
2. **databáze modelu bloků** z podadresáře DATABASE
3. **tabulky a formuláře** z libovolného **projektu**.

Není-li některý z těchto zdrojů zadán, použije se standardní projekt NEW, který použije nejednodušší dvouuzlový chod a prázdné tabulky a formuláře.

Zaškrtnutím volby **Kopíruj projekt** se zvolený projekt (musí se na stejném disku jako pracovní adresář MODESu) překopíruje do pracovního adresáře a přidá se mezi stávající projekty.

Pokud se v pracovním adresáři nachází importovací archiv PROJECTS.ADD nabídne **Editor projektů** jeho přidání mezi stávající **projekty** (identita **projektu** zůstane zachována) a je možné ho otevřít příkazem **Projekt|Otevřít**.

**Obr. 11 Schéma sestavení nového projektu**

### 4.3 Ladění výchozího chodu sítě

Pokud uživatel používá specializovaný program na výpočet US, bude se při ladění držet jeho návodu. V této části se omezíme na praktické pokyny pro použití standardního programu UST. Podstatou výpočtu US je zjištění napěťových poměrů. Při tom musí být dodrženy následující základní podmínky:

- celková výkonová vyrovnanost - znamená, že součet výkonů dodávaných do **uzlů** se rovná odebíraným výkonům a ztrátám ve **větvích** - tím je zaručena i jmenovitá frekvence. **Uzel**, který hradí výkonový deficit se nazývá bilanční. V programu UST je tento **uzel** zároveň referenčním - fázor jeho napětí je umístěn do reálné osy souřadného systému **sítě** a fáze napětí ostatních **uzlů** se odčítají od této osy.
- dodržení zadaného činného dodávaného výkonu, amplitudy napětí a rozsahu jalových výkonů v napájecích **uzlech**
- dodržení zadaných činných a jalových dodávek v odběrových **uzlech**
- dodržení zadaných činných a jalových odběrů ve všech **uzlech**.

Postup při ladění může být následující:

- A) pomocí textového editoru vytvoříme **vstupní soubory** UST.DAT a VET.DAT, přičemž musí být dodržena struktura souboru t.j.: počet řádků hlavičky, skutečný počet řádků s údaji (musí odpovídat zadanému), počet a formát údajů na řádku (nelze žádný údaj vynechat a je třeba dodržet pořadí). Vzorové **vstupní soubory** jsou součástí dodávky.

**Soubor** UST.DAT obsahuje:

- názvy **uzlů**
- přiřazené čísla **oblastí**
- jmenovitou hodnotu napětí (napěťovou hladinu)
- zadanou hodnotou napětí (to je důležité pro bilanční a napájecí **uzly**, pro ostatní lze zadat libovolné číslo, neboť správná hodnota je výsledkem výpočtu - totéž platí pro fázi napětí ve všech **uzlech**)
- výkony **zátěží** (program UST předpokládá, že tyto výkony jsou konstantní - nezávislé na napětí **uzlu**)
- výkony dodávané do **uzlu** (činný výkon v bilančním uzlu bude výsledkem výpočtu, u ostatních uzlů budou dodávané činné výkony drženy na zadané hodnotě; jalové výkony bilančního a napájecích **uzlů** budou výsledkem výpočtu; u odběrových **uzlů** budou udržovány na zadané hodnotě)
- kompensační výkon (tento výkon má jalový charakter, přičemž kladná hodnota značí připojenou kapacitu a záporná připojenou tlumivku; jelikož velikost kompenzačního výkonu se tentokrát mění s kvadrátem napětí, platí zadaná hodnota pro jmenovitou hodnotu příslušné hladiny)
- rozsah jalového výkonu pro bilanční a napájecí **uzly** (tyto hodnoty hrají ve výpočtu US důležitou roli, jestliže program UST vypočítá hodnotu jalového výkonu mimo tyto meze, pak v případě napájecího **uzlu** je tento zařazen mezi odběrové s příslušným zadaným mezním jalovým výkonem a v případě bilančního uzlu výpočet nezkonverguje a hlásí překročení maximálního počtu iterací).

**Soubor** VET.DAT obsahuje:


- jména **větví** a čísla počátečního a koncového **uzlu**
- parametry **větví** (význam je v [1])
- velikost bočníků připojených do počátečního a koncového uzlu
- mezní proud (zdánlivý výkon pokud se jedná o trafo).


Při zadávání údajů o trafech je vhodné, aby přepínání odboček bylo umístěno na straně počátečního **uzlu**. Pak totiž není nutné uvažovat změnu parametrů trafo při změně odboček. Pouze je nutné, aby počáteční **uzel** předcházel koncový ve **vstupním souboru** UST.DAT. Parametry traf jsou přepočítány na napětí koncového uzlu (viz [1]).

B) upravíme **soubor** RIZENI .DAT s parametry výpočtu v úseku určeném pro program UST:


**Soubor** RIZENI .DAT obsahuje:

- dovolenou bilanční nerovnováhu výkonů v uzlu (v MVA)
- maximální dovolený počet iterací
- zadání výpočtu jakobiánu v každé iteraci (Jacob=1)
- způsob inicializace hodnot napětí v první iteraci - buď tzv. "flat start" se zadanými moduly napětí v napájecích **uzlech**, jmenovitými hodnotami napětí v odběrových **uzlech** a nulovými fázemi napětí ve všech **uzlech** (Iflat=1) nebo použitím hodnot z předchozího výpočtu.
- požadavek na diagnostiku iteračního procesu (Diagn=1), kdy se do **výstupního souboru** UST\_DIAG .HLA vypisuje hlášení o výkonové nerovnováze v jednotlivých **uzlech** během iterací

 Při prvním výpočtu se zadává "flat start" - tedy Iflat=1. Při volbě výpočtu jakobiánu v každé iteraci program potřebuje menší počet iterací na dosažení požadované přesnosti. Samotný výpočet jakobiánu je časově náročný, takže celková doba výpočtu může být delší než bez přepočítávání jakobiánu. Proto tento způsob volíme v případě, že výpočet s volbou Jacob=0 nekonverguje. Obvykle není potřeba provádět diagnostiku (Diagn=0).

 Pokud výpočet nekonverguje, zadá se diagnostika pomocí parametru Diagn=1. Ve **výstupním souboru** UST\_DIAG .HLA se pak nalezne příčina. Jsou to **uzly** jejichž výkonová nerovnováha nekonverguje. Může se jednat například o **uzly** propojené větví o malé impedanci (např. spínač přípojníc). Pak je nutné spínač odstranit a přípojnice modelovat jako jeden **uzel**. Při dalších výpočtech, vycházejících z již spočítaného ustáleného stavu se zadává Iflat=0, čímž se zmenší počáteční výkonová nerovnováha a tím i počet iterací a čas výpočtu.

C) provedeme první výpočet a zkontrolujeme, jestli vypočítaná činná dodávka v bilančním **uzlu** nepřesahuje dovolené meze (tyto meze nejsou v programu zadávány a proto je nutné, aby kontrolu prováděl uživatel). Pokud jsou tyto meze překročeny, rozdíl mezi dovolenou a vypočítanou dodávkou je nutno přerozdělit mezi **napájecí uzly** a provést nový výpočet. Obdobná kontrola je nutná pro jalovou dodávku v bilančním uzlu. V tomto případě jsou meze jalové dodávky zadávány a jestliže jsou překročeny, výpočet nekonverguje. Na začátku je vhodné zadat širší meze a postupně je zužovat, až odpovídají reálným.

 Změny vstupních dat týkající se **uzlů** se zadávají do **souboru** UST .DAT. Program UST zajistí zálohování **souboru** UST .DAT do **souboru** UST .ORG a výpočet nového **US**. V každém případě je výsledek výpočtu **US** uložen v **souboru** UST .DAT.

D) pokud v bilančním **uzlu** vychází jalový odběr mimo reálné meze, můžeme požadavek na jalovinu změnit zadaným napětím - snížením při velké jalové dodávce (kladný výkon) a zvýšením při záporném výkonu. Napětí by ovšem mělo být v mezích  $\pm 5\%$   $U_n$ . Druhou možností je přidání kompenzačního výkonu do **uzlu**. Bude se jednat o zadání kladné hodnoty pro nízké hodnoty napětí (resp. pro velké kladné hodnoty jalové dodávky v bilančním **uzlu**) a záporné hodnoty pro opačné případy. Třetí možností je změna převodů regulačních traf, čímž se dosáhne přerozdělení jalového výkonu mezi jednotlivé napěťové hladiny.

E) podobný proces se provede pro napájecí **uzly**, až se dostane jalová dodávka do zadaných mezí. V případě, že požadovaný jalový výkon vybočí z dovolených mezí, napájecí **uzel** se změní na odběrový se zadanou jalovou dodávkou rovnou překročené mezi. Zároveň je zapsáno hlášení do **výstupního souboru** CHOD .HLA.

F) s odběrem a dodávkou odběrových **uzlů** se běžně během ladění nemanipuluje. V krajním případě lze tyto veličiny měnit, pokud se nepodaří předchozími kroky dosáhnout pokrytí zátěže.

Popsaný postup je jen velmi zjednodušeným odrazem procesu řízení rovnováhy mezi výrobou a spotřebou elektrické energie, tak jak probíhá v praxi. Tento proces probíhá zhruba ve čtyřech úrovních: primární, sekundární a terciární regulaci a plánování provozu. Jako pátou úroveň (správněji možná nultou úroveň) tvoří havarijní odlehčování zátěže.

Primární regulace spočívá v tom, že zdroje udržují zadanou hodnotu svorkového napětí a činného výkonu. V praxi se používá tzv. statická regulace, kdy zadaná hodnota není konstantní, ale mění se v závislosti na jalovém zatížení a odchylkách frekvence v síti.

Sekundární regulace P/f spočívá v tom, že centrální regulátor frekvence a předávných výkonů mění zadanou hodnotu výkonu regulačních bloků. Zde již nacházíme analogii mezi touto regulací a bodem C) ladění **US**, kdy deficit činného zatížení se rozděluje na bilanční a napájecí **uzly**. Podle jakých pravidel se toto rozdělení provede nebylo specifikováno. V praxi toto rozdělování provádí právě centrální regulátor. Nejjednodušší pravidlo je proporcionální rozdělení nebo rozdělení pomocí participačních koeficientů.

Sekundární regulace U/Q zajišťuje udržování napětí v pilotních **uzlech**. Zde je patrná souvislost pilotních **uzlů** s napájecími **uzly** při výpočtu **US**. Zhruba řečeno tato regulace předepisuje hodnoty jalového výkonu regulačních bloků a mění převody regulačních traf. Případně může připínat kompenzační prostředky (kondenzátorové baterie nebo tlumivky). Je zde patrná souvislost mezi body D) a E) ladění **US**.

Terciární regulace na základě optimalizace (ekonomických kritérií) předepisuje zadané hodnoty napětí v pilotních **uzlech** a přerozděluje činnou dodávku regulačních bloků. Výsledkem je optimální **US**.

Krajním případem vyrovnání výkonové bilance je odlehčování zátěže, odpovídající bodu F).

#### 4.4 Přiřazení bloků do uzlů

Předepsaná dodávka<sup>1</sup> v **uzlu** může být realizována příslušným počtem **bloků** (motorů). Pro toto přiřazení je nutné znát jejich umístění a pohotovost. Dále je nutné znát jejich výkon a regulační rozsah a další informace. Data o blocích se ukládají do vstupního souboru GEN.DAT. Pokud se tvoří úplně nový model soustavy je vhodné používat Editor chodů a záznamy bloků vytvářít průběžně po vložení napájecích uzlů.

Při přiřazování bloků již známe soustavy s již vytvořenou tabulkou uzlů je možné použít pomocný program PRIRAD (viz [4]).

---

<sup>1</sup> u motorických uzlů se zadává jako záporný odběr

## 4.5 Inicializace dynamických modelů


Příprava dynamických modelů se skládá ze čtyř fází:

1. získání podkladů o modelovaném zařízení
2. výběr odpovídajícího modelu z **knihovny** programu a identifikace jeho **typových parametrů**
3. sestavení **databáze** dynamických modelů
4. inicializace dynamických **modelů bloků**.

Získání podkladů záleží na jejich dostupnosti a složitosti výpočtu. Výběr odpovídajícího modelu z knihovny programu a identifikace parametrů je založena na znalosti dynamických modelů (viz Popis [1]), analytických schopnostech a zkušenostech uživatele. V případě pochybností je možno se obrátit na autora programu. V této Příručce se budeme zabývat body 3 a 4.

### 4.5.1 Přiřazení modelů jednotlivým blokům

Definice dynamických modelů je uložena v **databázi** BLOK.DTB, která přiřazuje modely generátoru, buzení a zdroje hnací energie z **knihovny modelů** a **typové parametry** těchto modelů z **katalogů**. Struktura databáze byla popsána v kap. 3.3.1.

☒ Efektivním prostředkem k vytvoření nové **databáze** nebo editace **databáze** staré je Editor modelů bloků, který je součástí rozhraní MODMAN. Spustí se stisknutím tlačítka . V **seznamu bloků** objeví jména bloků a uzlů načtené z GEN.DAT. Ve **volbě bloků** je přitom možno vybrat buď tabulku generátorů nebo tabulku motorů. Pokud **blok** ještě nemá záznam v **databázi** je textovém okně **Databázový soubor** vypsáno *No Record*. Pak je možné tlačítkem **Přidat záznam** přidat standardní záznam a editovat ho změnou modelů ze seznamu v rámečku **Výběr komponenty** (změna se potvrdí stiskem **vyměnit model**). Editor chodů automaticky přidá odpovídající sadu typových parametrů, připravených v globálním katalogu typových parametrů. Bloku je také možno přiřadit jinou sadu typových parametrů. Kliknutím na levý sloupec tabulky **sada typových parametrů bloku** se tam přemístí šipka, pak se stiskem tlačítka **Vyměnit parametry** změna provede. Každému tlačítku v **Výběr komponenty** odpovídá jeden úsek v katalogu typových parametrů, takže při stisku tlačítka se tabulka aktualizuje. Sada parametrů přiřazená bloku je vždy zkopírována ve spodní jednořádkové tabulce. Pokud se stiskne tlačítko **Schéma** je možné parametry na řádku editovat. Po opětovném stisku tlačítka **Tabulka** schéma zmizí a editované parametry se přemístí po potvrzení do hlavní tabulky. Kliknutím na název parametru v dolní tabulce se zobrazí okno s podrobnější specifikací daného parametru. Aktuální záznam (přiřazených parametrů po kliknutí na blok v **seznamu bloků** nebo kliknutím na záznam) se vyznačuje černým trojúhelníkem na pravém okraji tabulky. Při editaci záznamu se trojúhelník změní na tužku. Pro akceptování editací je nutno skočit do jiného řádku (tužka se změní zpět na trojúhelník). Záznam je možno i vymazat. Klikneme na levý okraj (přemístí se tam šipka a řádek zčerná) a pak stiskneme klávesu Delete. Editovat a mazat je možné jen záznamy lokálního katalogu (v tabulce jsou zobrazeny záznamy obou katalogů).

Je možno i přidat novou sadu typových parametrů. Najede se kurzorem na poslední prázdný řádek označený hvězdičkou a stiskne se tlačítko **Přidat novou sadu**. Aktuální záznam se zkopíruje do prázdného řádku a je možné ho editovat.

Po provedení všech úprav (přiřazení záznamů bloků, změně modelů, přiřazení jiných sad typových parametrů případně i přidání vlastních sad) se provede opuštění Editoru stisknutím tlačítka **OK**. Editor se zeptá, zda se mají změny uložit do katalogu (byl-li editována, přidána nebo vymazána sada typových parametrů) a jestli se má vytvořit nová **modifikace** (po přidání záznamu, nebo změně modelů nebo parametrů). Pokud tvoříme nové modely stiskneme tlačítko **Ne** a nové záznamy se přidají na konec základní databáze.

Jestliže se potvrdí vytvoření **modifikace** tlačítkem **Ano**, vytvoří se nová modifikace BLOK.###., která obsahuje editované záznamy a ostatní záznamy předchozích modifikací (princip dědičnosti). Jestliže uživatel uloží data jako nový **případ** (**Případ|Ulož jako**) bude tato modifikace dostupná pouze tomuto **případu**. Pokud nebude případ uložen pod novým jménem a bude provedena další **modifikace** nebo se mezitím otevře jiný **případ**, původní modifikace již nebude dostupná. Přehled o neuložených **modifikacích** dává poslední dává poslední okénko na stavovém řádku s ikonou modifikací.



### 4.5.2 Inicializace dynamických modelů bloků

Nyní můžeme spustit program v režimu inicializace. Z dosovské řádky se to provede příkazem **MODES** s parametrem 3 (napíše se „MODES 3“ a stiskne Enter), z rozhraní **MODMAN** s použije příkaz **Spust\Inicializace**. Po jeho skončení si textovým editorem nejprve prohlédneme **výstupní soubor** **INIC.HLA** (dostupný příkazem **Hlášení\Inicializace**). Zde se zapíše chyby a varování, zjištěné programem při načítání vstupních dat a inicializaci dynamických **modelů** spolu s návodem na jejich opravu. Jestliže při této fázi dojde k jiné chybě, která není ošetřena tímto způsobem, je nutno se řídit pokyny uvedenými v kapitole Chyby způsobující ukončení běhu programu.

Předpokládejme dále, že se programu podařilo úspěšně načíst všechna vstupní data, to znamená program nebyl předčasně ukončen a v **souboru** **INIC.HLA** nejsou hlášení chyb. Nyní je potřeba zkontrolovat inicializaci dynamických **modelů**, to jest výpočet počátečních hodnot stavových a algebraických proměnných soustavy algebraicko - diferenciálních rovnic popisují dynamické chování ES. Potřebné informace najde uživatel ve **výstupním souboru** **UST.INI**. V tomto **souboru** jsou především vypsány bilance činného a jalového výkonu jednotlivých **uzlů** (v MW a MVar).

U odběrových **uzlů** by měly být ve **výstupním souboru** **UST.HLA** hodnoty **Puzl (Quzl)** a **Pzdr (Qzdr)** nulové. Drobné odchylky jsou způsobeny zaokrouhlovacími chybami a chybami metody. Větší odchylky jsou někdy způsobeny připojením **větví** s malou impedancí (spínače). V tomto případě, mají deficity počátečního a koncového **uzlu** opačná znaménka a jsou způsobeny zaokrouhlovací chybou, která další výpočet dynamiky neovlivňuje, pokud do těchto uzlů nejsou připojeny **bloky**.

U napájecích **uzlů** (bilanční **uzel** zahrne v dalším výkladu do napájecích **uzlů**, protože ve výpočtech dynamiky nehraje zvláštní roli) se v **souboru** **UST.INI** (dostupný příkazem **Hlášení\Počáteční podmínky**) vypisuje požadovaná činná dodávka v **uzlu** **Puzl** a pohotový činný výkon **Pzdr**, který mají k dispozici bloky připojené do **uzlu** (jako součet jmenovitých činných výkonů **bloků**, zadaných ve **vstupním souboru** **GEN.DAT**). To samé se provádí pro jalové výkony. V případě, že požadovaný výkon je větší než pohotový, vypíše se varovné hlášení.

⚠Není vhodné tedy připojovat do stejného uzlu bloky s spínače, protože pak dochází vlivem zaokrouhlovacích chyb k špatné inicializaci dynamických modelů a vypočítaný ustálený stav chodem sítě není ustáleným staven v dynamice.


Nutno poznamenat, že ne všechny tyto přetížení nutně vedou k porušení zadaných mezí (viz dále), ale pokud jsou nerovnováhy větší, je lépe je odstranit, neboť signalizují možné problémy. Odstranění je možné dvojím způsobem. Jednak je možno zvětšit pohotový výkon (zvětšením výkonů ve **vstupním souboru** **GEN.DAT** - tomu prakticky odpovídá nafázování dalšího fyzického bloku) a nebo zmenšení požadovaného výkonu (zmenšení dodávky v **souboru** **UST.DAT** a přepočítání nového **US**!).

Pro jednotlivé bloky jsou dále vypisovaná hlášení o překročení:

- mezi zadaného napětí **Uzmin - Uzmax** (z typových **parametrů** regulátorů buzení)
- mezi napětí budiče **Ubmin - Ubmax** (z typových **parametrů** budičů)
- mezi regulačních ventilů **Gmin - Gmax** (z typových **parametrů** turbíny)
- mezi výkonu turbíny **Ntmin - Ntmax** (ze **souboru** **GEN.DAT**).

Všechny tyto překročení způsobí porušení podmínek **ustáleného stavu**, takže je nutno je odstranit. Odstranění je možné stejným způsobem jako přetížení uvedené v předchozím odstavci. Kromě toho u prvních dvou překročení je možnost měnit převod blokového trafo zadaného buď ve **vstupním souboru** **GEN.DAT** - pokud je trafo součástí **bloku** a nebo ve **vstupním souboru** **VET.DAT** - pokud je trafo součástí **sítě** (pak je pochopitelně nutno přepočítat **US**).

Také by bylo možné rozšířit příslušné meze v **katalogu** typových **parametrů**. Tento postup má však dvě úskalí. Jednak tyto meze mají určitý fyzikální význam a není tedy možné je samovolně měnit. Jednak změny typových **parametrů** se přenášejí do **modelů** všech **bloků**, která mají tyto **parametry** definovány ve **databázi** **BLOK.DTB**. Toto platí obecně pro všechny typové **parametry**. Proto je použití tohoto postupu krajní možností.

☑Nejllepší cestou jak provádět inicializace modelů je využití Editoru chodů, který v sobě integruje jak výpočet chodu sítě (s výpisem výsledků přímo do tabulek a hlášení do textového okna) tak inicializaci dynamiky s výpisem překročení mezí. Editor se spustí tlačítkem  a inicializace se provede příkazem **Inicializace dynamiky**. Po úspěšném výpočtu (viz informace ve stavovém řádku **MODMANu**) se vypíše do seznamu bloku a uzly s překročením výše uvedených mezí. Při kliknutí na jmené bloku/uzlu se kurzor přemístí na příslušný řádek v tabulce uzlů a bloků.

Při překročení napětí je možno v tabulce uzlů snížit napětí (pokud je uzel napájecí, tj. má nenulové mezi jaloviny  $Q_{min}$ - $Q_{max}$  nebo změnou převodu traf nebo kompenzačními prostředky pokud uzel napájecí není nebo pokud byl vyčerpán regulační rozsah  $Q_{min}$ - $Q_{max}$  a uzel degeneroval na odběrový). Při překročení výkonových mezí je možno upravit v tabulce uzlů činnou dodávku tak, aby odpovídala regulačnímu rozsahu  $N_{tmin}$ - $N_{tmax}$ . Rovněž je možné v tabulce bloků přidat do uzlu další blok, nebo naopak blok odpojit nebo zvýšit/zmenšit počet fyzických bloků, případně změnit regulační rozsah  $N_{tmin}$ - $N_{tmax}$ .

Pak je potřeba změny uložit do datových souborů chodu tlačítkem **Uložit**. Editor se zeptá jestli se má vytvořit nová varianta. Při volbě zvolíme **Ano** původní soubory zůstanou zachovány a vytvoří se nové s provedenými změnami (volíme pokud chceme původní soubory zachovat pro pozdější potřebu). Pokud byly původní soubory standardní (UST, VET a GEN.DAT) objeví se dialog pro zadání jména chodu (pětiznakového řetězce) a Editor vytvoří nové varianty chodu sítě. Pokud zvolíme **Ne** původní soubory se přepíše. Pak se provede přepočet chodu sítě a znovu spustí **Inicializace dynamiky**. To se opakuje tak dlouho, dokud nejsou seznamy překročení mezí prázdné.

Pokud jsou modelovány asynchronní motory (v GEN.DAT je zadán nenulový počet motorů) je inicializace složitější, protože odebíraný výkon (zadávaný v UST.DAT je záporný) ovlivňuje napětí uzlu a naopak Sumární odebíraný výkon musí souhlasit s tím, co je zadáno v tabulce uzlů. Nerovnováha je opět ukázána v seznamech a podle toho se upraví buď záporná dodávka  $P$  i  $Q$  v tabulce uzlů nebo parametry as. motorů (zejména  $k_{zat}$ , který odpovídá skutečnému zatížení motoru k jmenovitému). Změny se uloží a pokud se měnil dodávka v uzlu přpočítá se chod. Postup se opakuje až hlášení zmizí nebo jsou rozdíly dostatečně malé. jako podíl  $V$  případě, že výkon zadaný v tabulce uzlů je jiný, opraví se a přepočítá se ustálený stav programem UST.

### 4.5.3 Rozdělení celkové zátěže na jednotlivé modely


b) - pro první krok se doporučuje modelovat zátěž konstantní admitancí a bez frekvenčního odlehčování. V tomto případě **databáze** UZLY.DTB může být prázdná, to znamená, že je zadán nulový počet záznamů. Jestliže příslušný **uzel** není v **databázi** nalezen, je zatížení modelováno standardně konstantní admitancí. Vztahy mezi jednotlivými **soubory** jsou naznačeny na následujícím obrázku:

- c) přiřazení dynamických **modelů** prvkům **sítě** - ve verzi 2.2/7 půjde o **modely** regulačních traf s automatickým přepínáním odboček (tzv. HRT). Pro první krok je vhodné regulační trafa nemodelovat. V hlavičce vstupního souboru VET.DAT se pak uvede nulový počet Ntreg.
- d) definice **automatik** - součástí dodávky je prázdný **vstupní soubor** AUTOMAT.DAT. Pro první krok je vhodné ponechat tento soubor beze změny a žádné **automatiky** nemodelovat.
- e) definice centrálního regulátoru - opět jako v předchozím případě je lépe začínat bez centrální regulace P/f. Toho se nejsnáze dosáhne použitím prázdného **vstupního souboru** AUTSEK.DAT (tj. souboru bez zadaných regulačních **bloků**). I v případě, že uživatel již má tento **soubor** neprázdný (tj. s definovanými regulačními **bloky**) je sekundární regulace implicitně vyražena a její aktivace se provede podle **scénáře**.
- f) definice **stabilizátorů** - součástí dodávky je prázdný **vstupní soubor** STABIL.DAT. Pro první krok je vhodné ponechat tento soubor beze změny a žádné **stabilizátory** nemodelovat.

Tímto je (spolu s **katalogy** typových **parametrů**, jejichž základní varianta je součástí dodávky) provedena příprava vstupních dat pro dynamické **modely**. Pro spuštění program MODES vyžaduje následující **vstupní soubory**:

- g) RIZENI.DAT - kde pro první krok zadáme parametr  $I_{poc}=3$ . V tomto režimu se provede pouze načtení vstupních dat (s hlášením chyb a varování ve **výstupním souboru** INIC.HLA) a výpočet počátečních podmínek (s hlášením o porušení mezí ve **výstupním souboru** UST.INI).
- h) ANAL.DAT - kde je pro první krok vhodné zadat parametr  $Anal=2$ . Pak je výpočet počátečních podmínek doplněn o výpočet **sítě**, takže uživatel může porovnat výsledky tohoto výpočtu uložené ve **výstupním souboru** SIT\_POC.ANA s výsledky výpočtu US, uloženými ve **vstupním souboru** UST.DAT a tím zkontrolovat, jestli program MODES načtl správně data týkající se vstupního US.
- i) KONT.DAT - pro první krok lze použít prázdný **soubor**, který je součástí dodávky. Počet kontrolovaných prvků je nulový. V případě, že v **souboru** AUTSEK.DAT je zadán profil pro výpočet salda předávaných výkonů, je nutné ho v **souboru** KONT.DAT definovat jménem, počtem a jmény větví profilu.

Nyní má program k dispozici všechna vstupní data pro vykonání prvního kroku (předpokládá se, že **katalog symbolů** SYMBOL.CAT je v podadresáři GLOBAL.DAT, resp. pomocné datové soubory GRAF.DAT, REPORT1-REPORT3.DAT jsou v hlavním adresáři; jsou součástí dodávky a nemusí resp. nesmějí být měněny).

Po stisknutí tlačítka se  v textovém okně vypíše souhrnné hlášení:

Status: PP AK		
Chod site		
MODEL:MESICNI MAXIM.PRO LISTOPAD/TYDEN 49-9586 MW, M301199E		Specifikace chodu sítě
Tran_PSSEPRIPRAVIL: CEPs,A.S./ ODD.6113 SYSTEMOVE ANALYZY		
Pocet uzlu	vetvi	generatoru motoru
145	172	47 0
*****		
cteni dat - viz INIC.HLA (Hlaseni Inicializace)		
*****		
pocatecni podminky bloku - viz UST.INI (Hlaseni Pocat.podminky )		
Prekrocen regulacni rozsah Ntmin-Ntmax pro model turbiny		
Prekroceny meze otevreni reg.organu Gmin-Gmax u modelu turbiny		
*****		
zasahy a akce - viz AKCE.HLA (Hlaseni Udalosti)		
Pocet zasahu	zadanych scenarem: 2	
*****		
casove udaje - viz KROK.INI (Hlaseni zmeny kroku)		
kt meritko casu (zrychleni kt<1, zpomaleni kt>1)	0.06	
		Počty objektů
		Varovné hlášení o inicializaci modelů
		Hlášení o počtu provedených zásahů
		Hlášení o trvání výpočtu

**Obr. 12** Souhrnné hlášení o průběhu výpočtu

## 4.6 Spuštění programu v režimu dynamické simulace

Po odstranění všech varovných hlášení je možno přistoupit k dalšímu kroku. Tímto krokem je spuštění programu s aktivací **grafiky** v režimu simulace. Ve **vstupním souboru** RIZENI.DAT se zadá parametr  $I_{poc}=0$ . Dále je nutné zadat koncový čas výpočtu a krok výpisu. Pro kontrolu inicializace vystačí 10s a krok 0.05s. Pro činnost programu jsou potřeba další tři **vstupní soubory**:

- a) SCENAR.DAT - obsahuje časovou posloupnost **zásahů**, způsobujících **přechodné děje**. V tomto kroku zkontrolujeme správnost inicializace **modelů**, takže necháme **scénář** prázdný (bude obsahovat pouze závěrečný řádek s klíčovým slovem 'END' a časem, který musí být větší než zadaný koncový čas výpočtu uvedený ve **vstupním souboru** RIZENI.DAT);
- b) VYSTUP.DAT - zadává **proměnné** pro **grafiku**. Definice **proměnné** se skládá ze **symbolu** a jména objektu (**bloku, uzlu, větve, oblasti** nebo **profilu**). Pro posouzení správnosti inicializace **modelů** a stability soustavy postačí vizuální kontrola časových průběhů vybraných **proměnných bloku** a/nebo **sítě**. Přehled **symbolů** všech **proměnných** nalezne uživatel ve **vstupním souboru** SYMBOL.CAT spolu s jejich významem, identifikačním číslem (pod kterým lze příslušnou **proměnnou** najít ve schématech **modelů bloku** uvedených v [1]), vztažnou hodnotou (používanou pro grafické zobrazování **proměnných** v **grafice** a uživatelských **výstupních souborech**) a jednotkami (v kterých jsou zobrazovány okamžité hodnoty v **grafice** a měřeny jako vstupy **automatik**). Výběr konkrétních **bloků** záleží na úvaze uživatele, pochopitelně by to měly být **bloky**, významně ovlivňující chování modelované ES; z vhodných **proměnných** je možno vybrat např. činný a jalový výkon generátoru, výkon turbíny a napětí budiče. Z **proměnných sítě** se hodí moduly napětí v **uzlu** a odchylky frekvence od jmenovité hodnoty (to je možné pouze u tzv. aktivních **uzlů**). Vybrané **proměnné** lze uspořádat do jednoho, dvou nebo čtyř grafů (zadá se parametrem N\_gr) s jedním až sedmi časovými průběhy v každém grafu. Počet průběhů v jednotlivých grafech zjistí program sám podle počtu **symbolů** na řádku.
- c) SOUBORY.DAT - zadává typy uživatelských **výstupních souborů**. V tomto kroku není nutné zadávat ukládání dat do souborů na disku (zadá se Nsub=0).

Nyní je možno spustit program. Jelikož **scénář** je prázdný, zobrazované veličiny tvoří přímku, což signalizuje správně inicializovaný model.

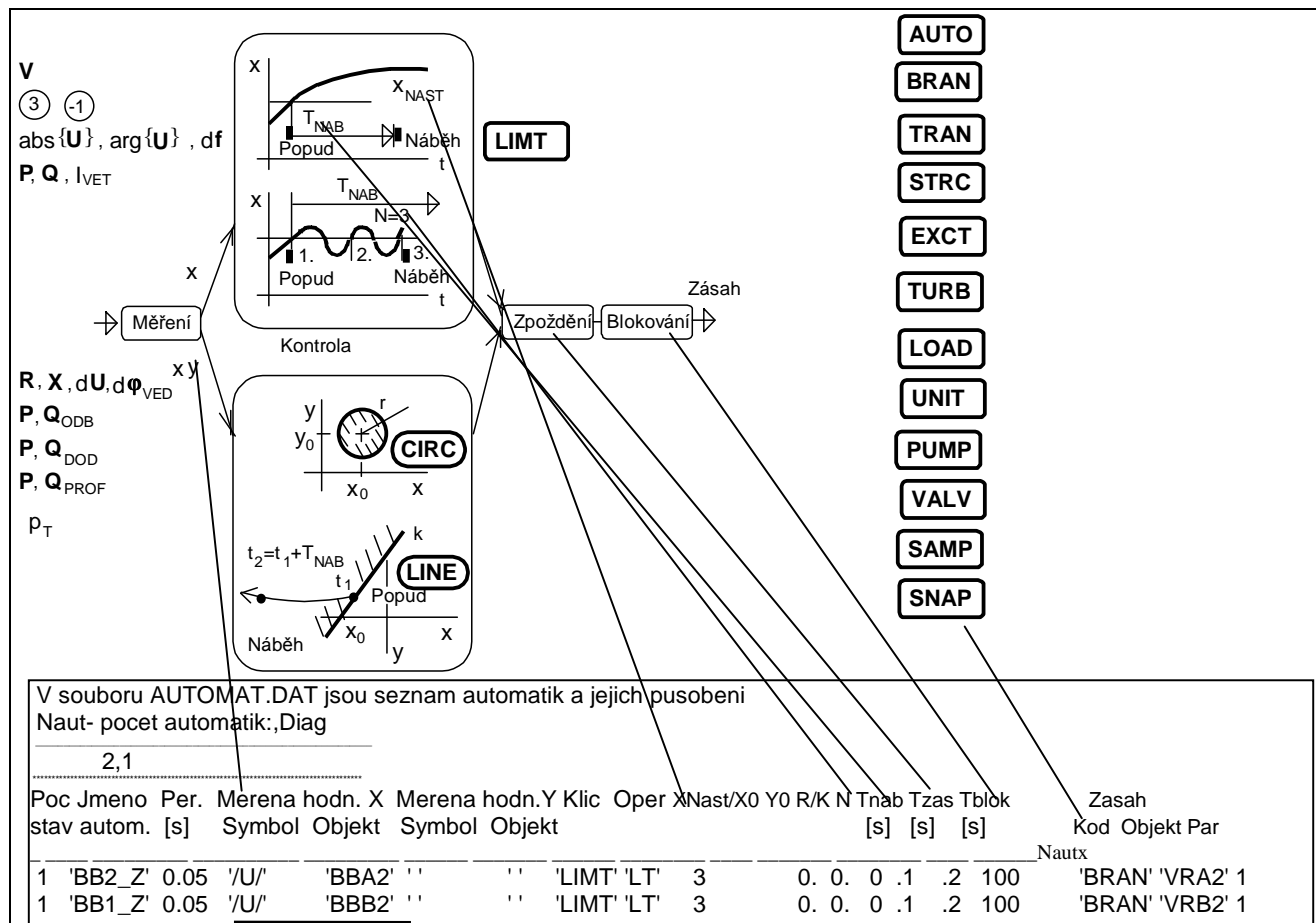
Je také možné nechat průběhy dynamicky ustálit a koncový stav výpočtu uložený ve **výstupním souboru** KONEC.SNP přkopírovat z výstupního adresáře VYST do vstupního adresáře VST pod jménem POCAT.SNP a zároveň v tomto **souboru** opravit čas  $t=0$ . Výchozí stav pak odpovídá dynamickému rovnovážnému stavu (který se obvykle liší od výchozího počátečního stavu spočítaného chodem sítě).. Je potřeba mít na paměti, že při dalším spuštění programu s parametry  $I_{poc}=1$  nebo 3 se tento **soubor** přepíše původními nebo novými **počátečními podmínkami**.

V případě, že oscilace nezmizí ani po odstranění výkonové nerovnováhy, je možné zmenšit počáteční integrační krok (ve **vstupním souboru** RIZENI.DAT). Jestliže se oscilace nemění ani zmenšením integračního kroku, je zřejmě model nestabilní. Tuto nestabilitu mohou způsobovat parametry (případně struktura) regulačních obvodů a její odstranění vyžaduje značné znalosti a zkušenosti. Popis metod přesahuje rozsah této příručky.

Tímto je ukončen základ inicializace dynamických **modelů**. V případě potřeby je možné inicializaci rozšířit na další **modely**. Může se jednat o **automatiky**, centrální regulátor P/f, **modely zátěže** (včetně frekvenční odlehčování).

## 4.7 Definice automatik

**Automatiky** představují prostředek umožňující simulaci ochranných a řídicích prvků. **Automatiky** lze blokovat/odblokovat jinou **automatikou**, čímž lze modelovat složitější algoritmy. Vstupní data jsou v souboru AUTOMAT.DAT, s následující strukturou:



Obr. 13 Struktura vstupního souboru AUTOMAT.DAT

Každá **automatika** má v tomto **vstupním souboru** samostatný řádek a své vlastní jméno, pomocí kterého se může zadávat jako **objekt** působení jiné **automatiky** (blokování/odblokování). Uživatel může zadat výchozí stav **automatiky** (0/1 -aktívace). Kontrola působení probíhá s určitou periodou. Tato perioda by měla být násobkem minimálního integračního kroku  $Dx_{min}^1$ . Dále je nutno uvést dvě vstupní měřené **proměnné**. **Proměnná** je definována jménem **symbolu** a příslušného objektu (**bloku, uzlu, větve, profilu, oblasti**).

Měření se provádí přímo v pojmenovaných hodnotách. Typ článku se zadá pomocí klíčového slova:

- 'LIMT' - prosté překročení meze (jako vstup se zadá pouze hodnota X, ostatní řetězce jsou prázdné)
- 'LIMS' - jako předchozí, ale s hodnotami X a Y, které se sčítají, odečítají, násobí a dělí pro \$ = +, -, \* a /
- 'LIMA' - jako LIMT, ale měří absolutní hodnotu z X
- 'CIRC' - měření v kartézské souřadné soustavě dovolená/zakázaná oblast je vysunutá kružnice
- 'LINE' - měření v kartézské souřadné soustavě dovolená/zakázaná oblast je polorovina oddělená přímkou

Zakázaná oblast je vymezena operátorem ('LT'<, 'GT'> a 'EQ'=) a **parametry** nastavení. Dále se zadá doba měření  $T_{nab}^2$  a dovolený počet průchodů N. **Zásah automatiky** je definován klíčovým slovem<sup>3</sup> objektem a parametrem Par (význam je totožný jako u **zásahu** dle scénáře). Nakonec je třeba zadat zpoždění, s kterým je **zásah** proveden  $T_{zas}$  a doba blokování **automatiky**  $T_{blok}$  po provedeném **zásahu**.

<sup>1</sup> zadává se ve **vstupním souboru** RIZENI.DAT

<sup>2</sup> doba po kterou musí měřená veličina /bod v kartézské rovině vydržet v zakázané oblasti

<sup>3</sup> viz přehled v kapitole 4.5

Kromě běžných poměných definovaných v globálním katalogu SYMBOL.CAT je možno zadávat i relativní čas TREL a stavové signály jednotlivých **objektů** podle následující tabulky:

Symbol	Objekt	Význam signálu
#A	Automatika	0-vyřazena 1- aktivní 2- popud 3-náběh 4- blokování po zásahu
#B	Větev	0- vypnuto třífázově z obou stran 1-jedna fáze vypnuta 3- zapnuto -1 -zkrat -2/2 odepnutí větve ze zkratem ze strany počátečního/koncového uzlu -4/4 odepnutí větve ze strany počátečního/koncového uzlu
#C	Článek logiky	1 logická 1 (pravda) 0 logická 0 (nepravda)
#E	Regulátor buzení	1 působí hlídač meze podbuzení -1 působí omezovač statorového a rotorového proudu
#F	Regulátor turbíny	1 iniciováno rychlé zavírání ventilů po zásahu VALV (pro model ST_A) 1 přepnutí do režimu čerpání po zásahu PUMP (pro model HYDR)
#G	Režim regulace turbíny	0 regulátor vypnut (řízení v otevřené regulační smyčce) 1 regulátor zapnut (primární regulace ) 2 pracovní regulace otáček (po zásahu STRC) 3 poruchová regulace otáček (po zapůsobení regulátoru přeběhu)
#L	Logika	0 -vyřazena 1- aktivní 2-náběh 3-blokování po zásahu
#N	Uzel	0 izolovaný uzel v pasivním ostrově bez zdroje 1 normální stav 2 probíhá trendová změna zatížení
#S	Stabilizátor	0 -vyřazena 1- aktivní
#T	Příd.automatiky regulace turbíny	1 působí regulátor přeběhu (pro model ST_A) -1 působí rychlé zavírání ventilů od akceleračního relé (pro model ST_A)
#U	Blok	0 vypnut 1 zapnut -1 synchronizace (jen pro generátory)
#O	Regulační trafo	0/1 regulace vypnuto/zapnuto -2/2 přepnuto na spodní/horní odbočku

Při zadání nenulového parametru DIAG se vypisuje do výstupního souboru AKCE.HLA diagnostika jednotlivých **automatik** s cyklem Per. Součástí diagnostiky jsou nastavené a skutečné hodnoty a stav **automatiky**. Je-li číslo kladno DIAG kladné, vypisuje se diagnostika pouze pro v pořadí DIAG. automatiku (to je tu, jejíž záznam je v pořadí DIAG). Je-li DIAG záporné vypisuje se hlášení pro všechny automatiky.

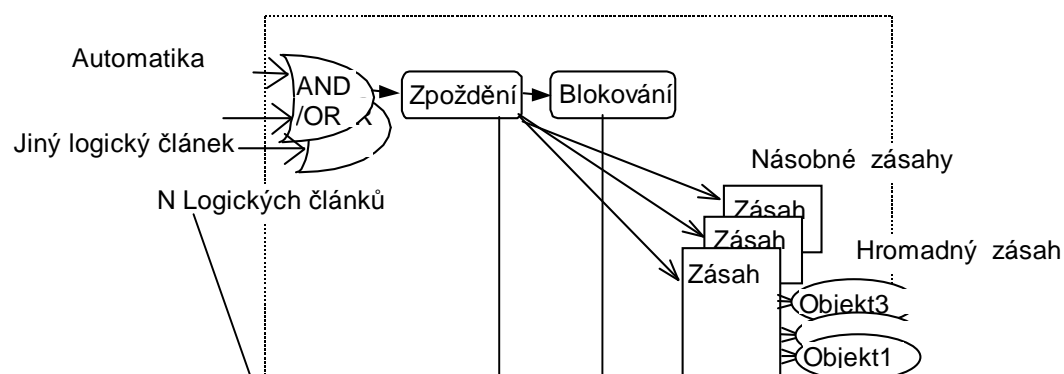
Je možno zadat speciální zásah 'FICT' , který umožňuje použít **zásah automatiky** jako vstup logického článku **logiky**.

Pokud je perioda kontroly automatiky menší, než hodnota integračního kroku dx, provádí se s periodou dx.

## 4.8 Definice logik

**Logiky** představují nadstavbu **automatik**, umožňující provádět logické operace logického součtu a součinu. **Logiky** lze blokovat/odblokovat jinou **automatikou** nebo **logikou**, čímž lze modelovat složitější algoritmy. Vstupní data jsou v **souboru** LOGIC.DAT, s následující strukturou:

Logika



Hlavička									
N-počet logik , Diag=diagnostika:0(NE)/1(viz LOGIC.DIA)/2(+mapa zásahu v AKCE.HLA)									
3 , 0									
*****									
Poc.	Jmeno	Per.	Nclanku	T <sub>ZAS</sub>	T <sub>BLOK</sub>	Zasah			
stav logiky		[s]		[s]	[s]	Kod Objekt Param.			
N x									
1	Jm_log	0.1	n	0.2	1	Z (specifikace zásahu je stejná jako u automatiky)			
	Jm_cl1	'AND/OR'	Jm_vs1	*Jm_vs2	.....	Jm_vsk			
	.					úsek logických článků logiky Jm_log			
	.								
	Jm_cln	'AND/OR'	Jm_vs1	*Jm_vsl	.....	Jm_vsm			

**Obr. 14** Struktura vstupního souboru LOGIC.DAT

Jednotlivé logické články jsou definovány v úseku logických článků, který je umístěn pod řádkem definice logiky. Jména článků Jm\_cl1 - Jm\_cln slouží k identifikaci pro případné vstupy následných logických článků stejné nebo následující **logiky**. Stav článku může sloužit jako měřená proměnná (#C) **automatiky**, takže článek může provádět zásah jejím prostřednictvím. Za klíčovým slovem typu měřicího článku ( 'AND' pro logický součin a 'OR' pro logický součet ) následuje seznam identifikátorů jednotlivých vstupů článku. Jako vstupy slouží automatiky (musí mít definován fiktivní zásah 'FICT') nebo výstup jiného logického článku (který již byl v tabulce logik definován).

Parametrem Diag lze zadat požadavek na diagnostiku.. Pro Diag=1 se ve výstupním adresáři VYST vytvoří výstupní soubor LOGIC.DIA, který obsahuje:

- seznam automatik s definovaným zásahem 'FICT' včetně pořadového čísla, toto číslo pak slouží jako identifikátor vstupu logických článků
- mapu **logik**, článků (články jsou definovány pořadovým číslem sloužícím jako identifikátor pro vstup jiných článků a jménem), za jménem článku následuje výpis vstupů identifikovaných pořadovým číslem následovaným písmenem T nebo F (v případě negovaného vstupu)
- časovou sekvenci zásahů **automatik** 'FICT' (ty se již nezapisují do výpisu AKCE.HLA)
- výpis (s periodou Per.) stavů logik, článků (pomocí proměnných #L a #C) a stavy vstupů (pomocí písmen V následovaným písmenem T (true) nebo F(false).

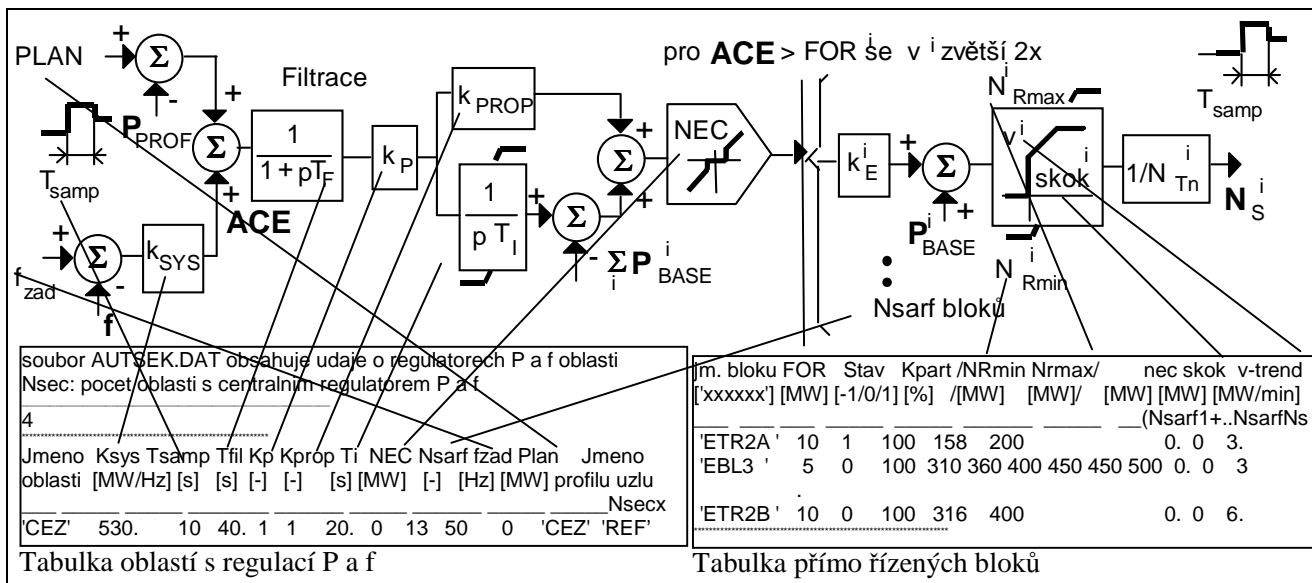
Pro Diag=2 se navíc ve **výstupním souboru** AKCE.HLA vypíše mapa vícenásobných a hromadných zásahů **automatik** a **logik**. Každý **zásah** má svůj řádek, hromadný zásah má seznam objektů na řádku. Číslo **zásahu** odpovídá výše uvedené tabulce **zásahů**.

## 4.9 Definice sekundárních regulátorů frekvence a předávaných výkonů (P a f)

Modelovanou soustavu lze rozdělit do regulačních **oblastí**. Každá **oblast** je řízena centrálním regulátorem P a f. Vstupní data jsou ve **vstupním souboru** AUTSEK.DAT rozdělena do následujících sekcí:

- hlavičky souboru s počtem oblastí řízených centrálním regulátorem
- parametrů společné části centrálního regulátoru
- údajů přímo řízených bloků
- parametrů regulátorů směrných hodnot Y1 a Y3
- údajů pro bloky řízené směrnými hodnotami Y1
- údajů pro bloky řízené směrnými hodnotami Y3

První tři sekce jsou znázorněny na následujícím obrázku:



**Obr. 15** Struktura vstupního souboru AUTSEK.DAT pro zadání regulátoru oblastí a přímo řízených bloků

V úvodní **tabulce** je uveden seznam všech regulovaných **oblastí** s **parametry** regulátoru a zadaným saldem (Plan). Zde je nutno upozornit, že zadané hodnoty sald - Plan a frekvence - fzad by opět měly odpovídat počátečním podmínkám, pokud chceme obdržet US i v dynamickém **modelu**. U frekvence se bude nejčastěji jednat o jmenovitou hodnotu a u salda je vhodné nechat program spočítat toky výkonů definovaných **profilů** a pak je zadat jako plánované saldo. Do regulátoru vstupují dvě regulované veličiny. Tok **profilu** P<sub>PROF</sub> a frekvence f - jsou definovány pomocí jmen **profilu** a **uzlu**. Algoritmus centrálních regulátorů je aktivován s periodou Tsamp. Centrální regulátor je na počátku výpočtu zablokovaný a odblokování se provede pomocí scénáře **zásahem** 'AUTO' s uvedením jména 'LFC'.

V dalším úseku následuje definice jmen přímo řízených **bloků** a **parametry**, týkající se sekundární regulace. V této tabulce jsou **bloky** uvedeny podle jednotlivých **oblastí** v pořadí odpovídajícím úvodní tabulce. Tedy napřed **bloky** první regulované **oblasti**, za nimi (souvisle bez vynechání řádku) **bloky** druhé **oblasti** atd. Celkový počet řádků této tabulky musí odpovídat součtu počtu přímo řízených **bloků** Nsarf jednotlivých regulačních **oblastí**.

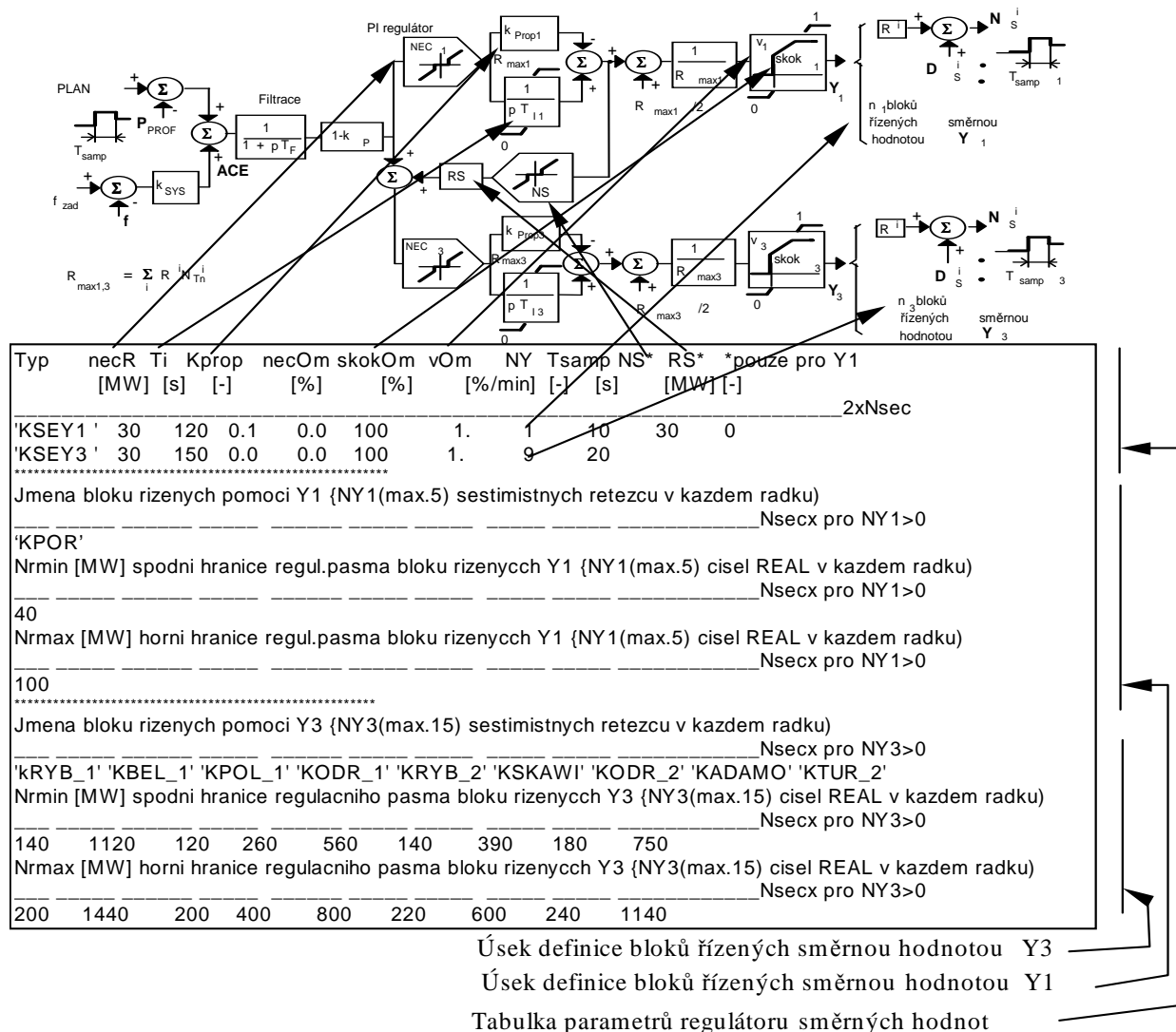
Koeficienty  $k_E$  v modelu se nezadáva přímo, ale program ho je spočítá jako součin relativního regulačního výkonu (podílu regulačního rozsahu jednotlivého **bloku** a celkového regulačního rozsahu všech **bloků** řízených daným centrálním regulátorem) a participačního součinitele (ve vstupních datech má označení Kpart a zadává se v procentech). Jestliže je součinitel roven 100%, jedná se o proporcionální rozdělování. Jestliže je součinitel například menší než 100%, přebírá **blok** menší podíl zatížení, než by mu podle regulačního rozsahu příslušelo.

Lze uvést až tři regulační pásma N<sub>rmin</sub>-N<sub>rmax</sub>. Program nasadí blok do pásma odpovídajícího výchozímu ustálenému stavu. Během výpočtu lze měnit regulační pásmo zásahem TERC. Regulační pásma a parametry omezovače rychlosti zatěžování lze alternativně zadávat jako sumární nebo pro jeden fyzický blok (pokud je výkon zadáván počtem v tabulce bloků) v závislosti na parametru Stav=0/-2 nebo 1/-1. Pokud je tedy zadáno více bloků a zvolí se Stav=1/-1, sumární hodnoty jsou dopočítány programem jako násobek počtu bloků a zadaných hodnot. Při tomto způsobu zadávání není nutno měnit soubor AUTSEK.DAT při změně počtu bloků v tabulce bloků.



Parametrem Stav=-1/-2 lze blok vyřadit z regulace v počátečním stavu (během výpočtu se pak dá zařadit zásahem LFCB).

Regulační rozsahy **bloků** se určují rozdílně pro přímo řízené **bloky** a **bloky** řízené směrnými hodnotami Y1 nebo Y3. U přímo řízených **bloků** je regulační pásmo určeno rozdílem N<sub>rmin</sub>-N<sub>rmax</sub>, neboť pracovní bod se může nacházet kdekoliv v tomto pásmo. U **bloků** řízených směrnými hodnotami Y1 nebo Y3 se regulační pásmo upraví tak, aby relativní poloha pracovního bodu v zadaném regulačním rozsahu N<sub>rmin</sub> - N<sub>rmax</sub> byla stejná pro všechny **bloky** řízené jednou směrnou hodnotou. Sekce definující bloky řízené směrnou hodnotou jsou:



**Obr. 16** Struktura vstupního souboru AUTSEK.DAT pro zadání **bloků** řízených směrnými hodnotami

Ve zbývající části vstupního souboru AUTSEK.DAT se zadávají **parametry** regulátorů směrných hodnot<sup>1</sup> a jimi řízené regulační **bloky**.

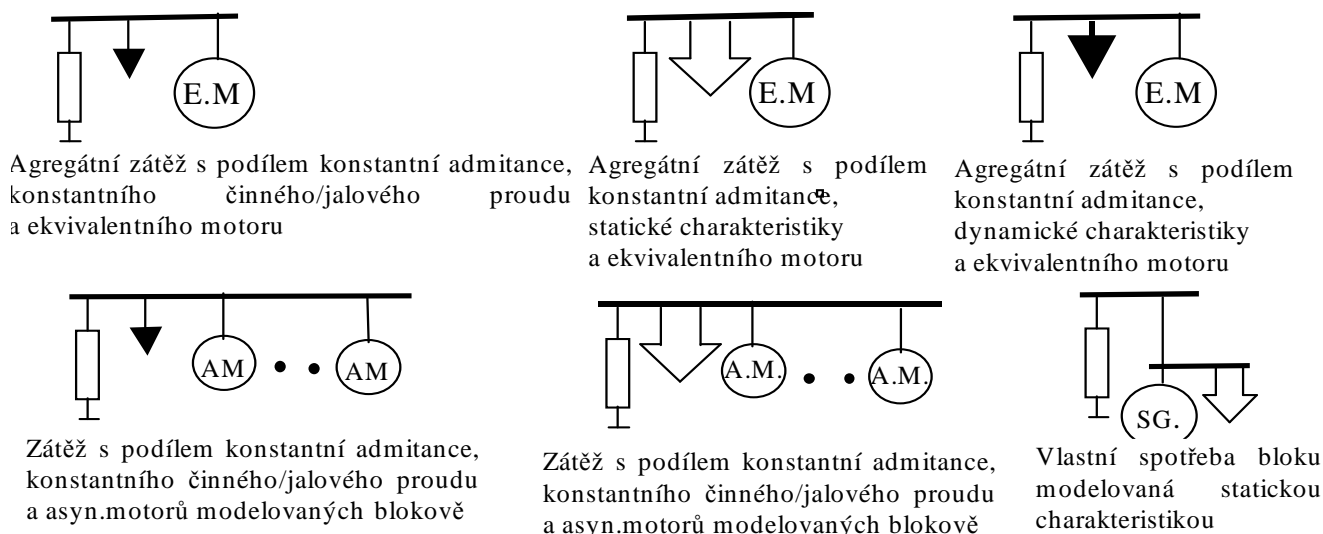
V tabulce parametrů regulátoru směrných hodnot musí mít každá **oblast** s regulací P a f dva řádky (v pořadí určeném úvodní tabulkou **oblastí**). Lichý řádek odpovídá regulátoru Y1 a sudý regulátoru Y3. Jestliže v **oblasti** nejsou **bloky** řízené příslušnou směrnou hodnotou, zadá se počet NY nulový.

Dále následují dva úseky seznamu jmen **bloků** (řízených směrnými hodnotami Y1 a Y3) a jejich regulačních rozsahů. Tyto údaje jsou vždy uvedeny postupně na řádku. Tyto řádky se uvádějí pouze v případě nenulového počtu regulačních **bloků** NY a následují v pořadí regulačních **oblastí**

<sup>1</sup> Lze použít dvě směrné hodnoty označené Y1 a Y3 pro každý centrální regulátor

#### 4.10 Definice modelů zátěže

Dynamické **modely zátěže** a frekvenčního odlehčování se definují v **databázi** UZLY.DTB. Dovolené kombinace jsou na následujícím obrázku.



**Obr. 17** Dovolené kombinace **modelů zátěže**

Není dovoleno kombinovat v jednom **uzlu** ekvivalentní motor a **bloky** (ať již synchronní stroje nebo asynchronní motory).

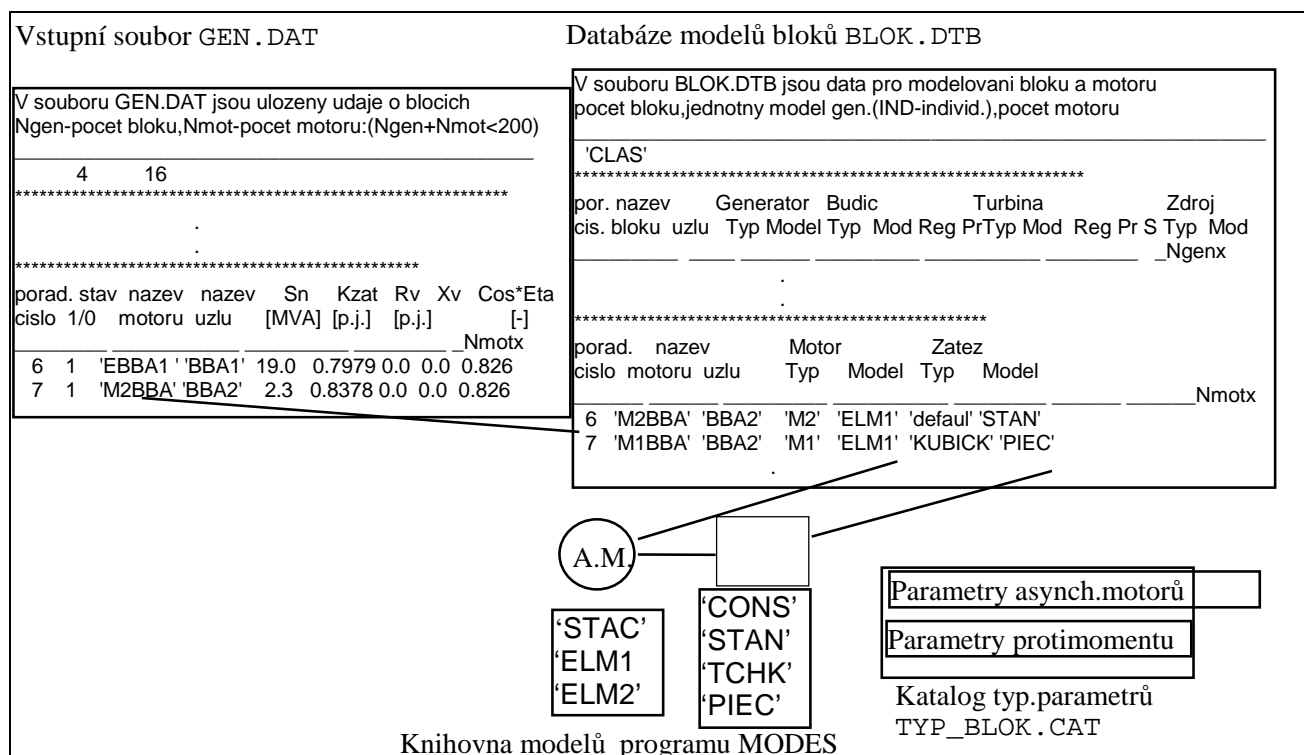
Z přehledu je patrný dvojí způsob modelování motorické zátěže. Jednak agregátní způsob pomocí jednoho ekvivalentního asynchronního motoru. A jednak blokový způsob, kdy jednotlivé asynchronní motory jsou zadávány jako **bloky** (obdobně jako synchronní generátory). Tento způsob bude popsán níže.

Při tzv. agregátním způsobu, kdy známe podíl motorické zátěže, ale neznáme detailní popis jednotlivých motorů se zadá procentní podíl motorické zátěže v **databázi** UZLY.DTB spolu se jménem typových **parametrů** motoru. Motorická **zátěž** se pak nahradí jedním ekvivalentním motorem modelovaný standardním stacionárním **modelem**. Je nutno poznamenat, že podíl motorické **zátěže** je dodržován pro činný odběr. Jalový příkon motorické **zátěže** je programem dopočítán podle náhradního schématu uvedeného v [1] a případný rozdíl proti zadanému podílu je doplněn opět konstantní admitancí. Proveďte se tedy automatické dokompenzování jalového odběru ekvivalentního asynchronního motoru, tak aby byla dodržena celková bilance jalového výkonu.

Speciálním případem je **model** odběru vlastní spotřeby. Velikost odebíraného výkonu tentokrát není dána předepsaným podílem (jako v případě statické nebo proudové **zátěže**) ani **parametry modelu** (jako v případě motorů), ale je jednoznačně určena činným výkonem **bloku** připojeného do **uzlu**. Zbytek **zátěže** je modelován "standardní" konstantní admitancí.

**Model** čtyřstupňového frekvenčního odlehčování se zadává v **databázi** UZLY.DTB jednak procentním objemem z odebíraného výkonu (definovaného ve **vstupním souboru** UST.DAT) odlehčované zátěže pro každý stupeň a jednak křížovým odkazem do **katalogu** typových **parametrů**.

Druhý způsob modelování asynchronních motorů - tzv. blokový se použije, jestliže je do jednoho **uzlu** připojeno více motorů se známými **parametry**. Typickým příkladem je vlastní spotřeba bloku. **Parametry** jednotlivých motorů musí být specifikovány ve **vstupním souboru** GEN.DAT v úseku motorů. Ve **vstupním souboru** UST.DAT se celkový odběr skupiny motorů v **uzlu** zadá do sloupce dodávaného výkonu se záporným znaménkem. Program obdobně jako u synchronních strojů přiřadí těmto asynchronním motorům **modely** z **databáze** BLOK.DTB (jsou uvedeny ve zvláštním úseku za úsekem synchronních strojů). Souvislosti jsou naznačeny v následujícím obrázku:



**Obr. 18** Zadávání motorické zátěže blokovým způsobem

Program pak podobně jako u **bloků** porovnává požadovaný výkon asynchronních motorů zadaný ve **vstupním souboru** UST.DAT (jako záporná dodávka) se skutečným odběrem motorů. Tento odběr je jednoznačně definován tzv. zatěžovatelem Kzat, zadaným v **souboru** GEN.DAT. Tento zatěžovatel definuje podíl skutečného momentu motoru k jmenovitému momentu motoru. Je tedy mírou využití motoru a zároveň definuje polohu pracovního bodu na momentové charakteristice. Oboje hodnoty - záporná dodávka (definovaná v **souboru** UST.DAT) a skutečný příkon (vypočítaný na základě parametrů motoru zadaných v GEN.DAT a příslušných typových) se vypisují do **výstupního souboru** UST.HLA.

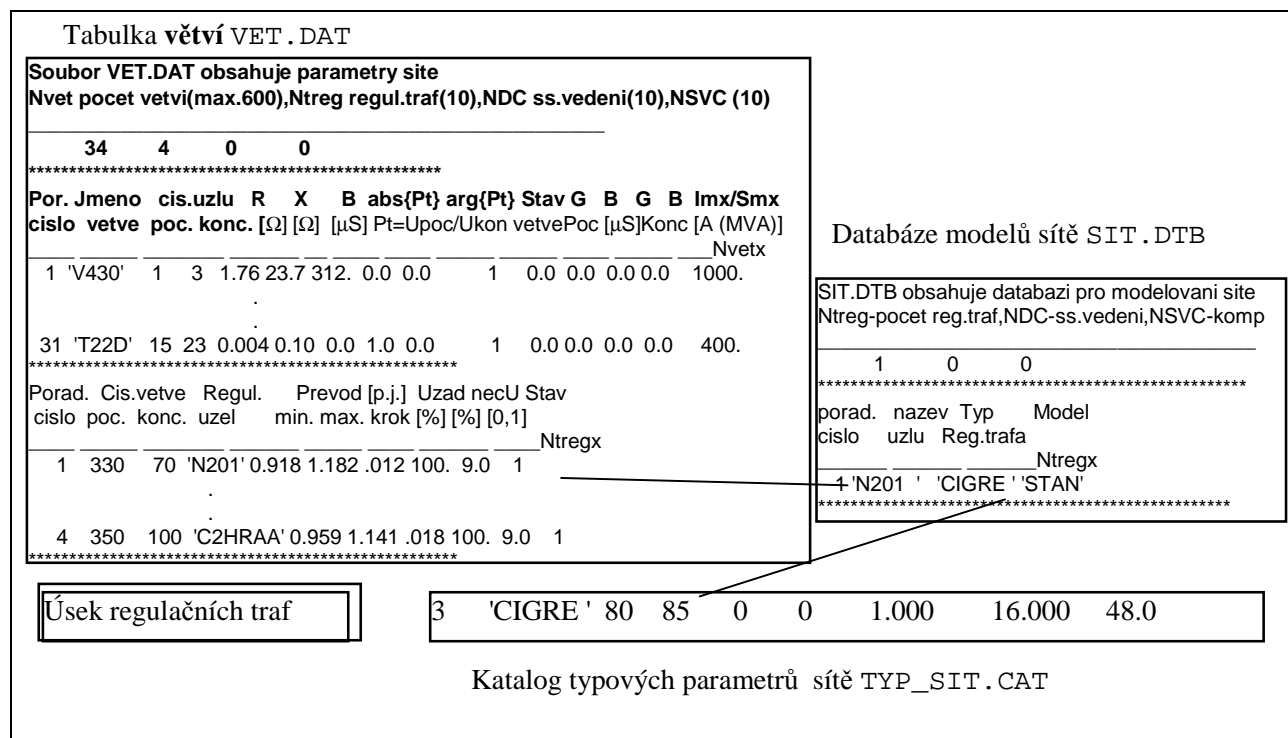
Při správné inicializaci ustáleného stavu musí být obě hodnoty (činné i jalové) stejné. Nesoulad je možné řešit jak na straně zadaného odběru v **souboru** UST.DAT (přerozdělením záporné dodávky a odběru - při zachování celkové výkonové bilance nebo pouze změnou záporné dodávky - pak je nutné přepočítat ustálený stav), tak na straně připojených motorů změnou zatěžovatele nebo jmenovitého výkonu v **souboru** GEN.INI.

Současně se do **výstupního souboru** UST.MOT.INI vypisuje přehled počátečních hodnot jednotlivých motorů. Jedná se o činný a jalový příkon, účinník a účinnost, otáčky, moment zátěže a moment zátěže při nulovém skluzu (synchronní otáčkách). Uživatel má tedy kontrolu nad chováním jednotlivých motorů v počátečním ustáleném stavu.

Výpočet počátečních hodnot probíhá tak, že ze zadaného počátečního momentu motoru (daného zatěžovatelem Kzat) se vypočítá počáteční skluz rotoru (resp. skutečné otáčky). Momentová charakteristika pohonu (protimoment) je v typových **parametrech** vyjádřena v poměrných hodnotách vztažených na moment při nulovém skluzu (synchronní rychlosti). Program automaticky přizpůsobí měřítko momentové charakteristiky zátěže tak, aby se moment zátěže (daný počátečním skluzem) rovnal momentu motoru (daným zatěžovatelem).

### 4.11 Definice automatického přepínání odboček traf

V programu je implementován **model** automatického přepínání odboček popsany v [1]. Vztahy mezi tabulkou větví, databází modelů a katalogem typových parametrů sítě jsou schematicky vyjádřeny na



následujícím obrázkem:

**Obr. 19.** Vztahy mezi vstupními soubory VET.DAT, SIT.DTB a TYP\_SIT.DAT

U regulačních traf je část parametrů uvedena ve vstupním souboru VET.DAT za úsekem s parametry větví. Zde je nutno správně zadat zadanou hodnotu regulovaného napětí. V případě, že toto napětí nebude odpovídat výchozímu **ustálenému stavu**, začne regulační trafo automaticky přepínat odbočky a tím poruší **ustálený stav**. Další údaje o typových parametrech jsou v souboru SIT.DTB. Větvě s regulačními trafy je nutné zadat do úseku kontrolovaných větví ve vstupním souboru KONT.DAT. Algoritmus přepínání odboček se aktivuje s periodou odpovídající intervalu výpisu Int, který se zadává ve vstupním souboru RIZENI.DAT.

### 4.12 Definice stabilizátorů


Součástí zobecněného modelu regulátoru buzení (viz Popis [1]) je i tzv systémový stabilizátor. Kromě tohoto systémového stabilizátoru je v programu možné modelovat tzv. přídavné (externí) **stabilizátory**, jejichž výstup lze obecně propojit do součtového bodu regulátoru buzení nebo pohonu libovolného **bloku**. Na vstup **stabilizátorů** lze připojit libovolnou kombinaci dvou **proměnných**. Vstupní data jsou definovány ve vstupním souboru STABIL.DAT. Jeho struktura je obdobná jako u souboru AUTOMAT.DAT, takže zde nebude podrobněji popisována (význam dat je patrný z hlavičky souboru). Jen připomínku k parametru Poc.Stav. Při zadání 0 je stabilizátor blokován (nefunkční), při volbě 1 se jeho výstup zavádí jako přídavný signál do regulátoru buzení a při volbě 2 se jeho výstup zavede jako přídavný signál do regulátoru pohonu.

Kromě regulátorů, které jsou součástí modelu **bloků**, je možné definovat ve vstupním souboru STABIL.DAT tzv. **externí regulátory**. Tyto regulátory mohou mít na vstupu libovolnou kombinaci dvou **proměnných**. Jejich výstup lze připojit jako korekční signál do regulátoru buzení/pohonu nebo odboček regulačního trafa.


### 4.13 Určení poruch, odpovídajících zásahů a tvorba scénáře

Rozsah této příručky nedovoluje detailní popis všech možností programu při simulaci poruch v ES. K tomu slouží Průvodce [2]. Lze jen stručně ukázat nejvýznamnější následky ohrožující bezpečnost ES. Jedná se především o tyto hrozby:


- napětový kolaps

 K napětovému kolapsu dochází při nedostatku jalového výkonu, který může být způsoben nárůstem zatížení a/nebo výpadky **bloků** nebo **větví**. Klíčovou roli hrají omezovače statorového a rotorového proudu regulátoru buzení a automatické přepínání odboček regulačních traf.


- frekvenční kolaps

 K frekvenčnímu kolapsu dochází při nedostatku činného výkonu, který může být způsoben stejnými příčinami jako u napětového kolapsu. Klíčovou roli zde hraje primární a sekundární regulace P/f a frekvenční odlehčení **zátěže**.

- přetížení vedení


 Přetěžování vedení (případně traf) má prvotně stejné příčiny jako předchozí děje. Situaci může následně zhoršovat činnost některých ochran a automatik, což může vést k následným (kaskádním) výpadkům.

- ztráta synchronismu synchronních strojů

 Ke ztrátě synchronismu dochází při déletrvajících zkratech nebo beznapětových pauzách. Při analýze se hledá mezní doba trvání poruchy ("clearing time"). Příslušné ochrany a automatiky pak musí zajistit včasné odpojení poruchy. Jako prostředek zlepšení dynamické stability u důležitých elektráren lze použít tzv. rychlé řízení ventilů turbíny pro přechodné zmenšení jejího výkonu. Pozornost je nutné věnovat čerpadlovému provozu přečerpacích elektráren, při kterém vychází mezní doba poruchy kratší, než při turbínovém provozu.

Při zadávání tzv. blízkých kovových třífázových zkratů (tj. zkratu zadávaných v nulové vzdálenosti od počátečního nebo koncového uzlu s prvním parametrem 0 nebo 100 a druhým parametrem rovným nule) je nutno zachovat určitou opatrnost. V tomto případě program připíná do uzlu bočník  $Y_{BOC.}$ , jehož velikost je určena tak, aby byl o dva řády větší než suma všech admitancí připojených do daného uzlu, ale zároveň takový, aby zaokrouhlovací chyby (dané zobrazením reálných čísel v počítači) nezpůsobovaly porušení výkonové bilance (především jalového výkonu, protože bočník je susceptance) po odpojení zkratu. Protože síťový výpočet probíhá v poměrných hodnotách, je velikost admitancí ovlivněna hodnotou  $S_v$ , zadávanou ve vstupním souboru UST.DAT nebo příslušné variantě chodu. Pokud se zadává blízký kovový třífázový zkrat, je vhodné po skončení výpočtu prohlédnout výstupní soubor KROK.HLA (**Hlášení|Změny kroku**). Pokud obsahuje varování, že nebylo možno dodržet přesnost bilance výkonu eps (zadanou ve vst.souboru RIZENI.DAT) nebo že velikost bočníku vychází příliš malá v porovnání s diagonálním prvkem síťové admitanční matice, je nutno velikost vztažného výkonu  $S_v$  zvětšit.

- kývání.

 Ke kývání v ES dochází z řady příčin. Může se jednat například o tzv. elektromechanické kyvy o frekvenci cca 1 Hz, nebo tzv. systémové kyvy o frekvenci cca 0.4 Hz. První mají víceméně lokální charakter a jsou tlumeny především účinkem tlumících vinutí generátorů a přídavných automatik regulací buzení (tzv. systémových stabilizátorů). Systémové kyvy mají globální charakter (projevují se v celém systému) a musí být tlumeny především systémovými stabilizátory regulátorů buzení. Kromě těchto kyvů se objevují další s nižší frekvencí, které souvisejí s činností primární a sekundární regulace P a f. Rozbor příčin náleží do oblasti tzv. lineární analýzy<sup>1</sup>.

Na základě znalosti ES lze vybrat poruchy, které mohou zmíněné následky vyvolat. Poruchy, ale i činnost obsluhy, funkce ochranných a řídicích prvků lze pak simulovat pomocí tzv. **zásahů**. **Zásahy** jsou programem realizovány pomocí:

- **scénáře** - zásah se provede v předem určeném časovém okamžiku definovaném v **souboru** SCENAR.DAT
- **automatik** - **zásah** se provede při splnění určitých podmínek definovaných **souboru** AUTOMAT.DAT
- horkých kláves - během výpočtu.

<sup>1</sup> Na rozdíl od dynamické simulace, kdy se vyšetřují časové průběhy proměnných, se při lineární analýze vyšetřují vlastní hodnoty linearizovaného systému, z kterých se usuzuje na stabilitu systému

Možné **zásahy** jsou v následující tabulce:

Klíčové slovo	Popis <b>zásahu</b>	Scénář	Automatika Logika	
'AUTO'	Blokování/odblokování <b>automatiky</b>	x	x	
'STAB'	Blokování/odblokování <b>stabilizátoru</b>	x	x	
'LOGC'	Blokování/odblokování <b>logiky</b>	x	x	
'BRAN'	Vypnutí/zapnutí <b>větve</b>	x	x	
'TRAN'	Změna převodu trafa	x	x	
'STRC'	Změna struktury regulace pohonu	x	x	
'EXCT'	Změna zadané hodnoty U/Q	x	x	
'TURB'	Změna zadané hodnoty P/w	x	x	
'LOAD'	Skoková změna zátěže v <b>uzlu</b>	x	x	
'UNIT'	Odpojení/připojení <b>bloku</b>	x	x	
'SAMP'	Změna intervalu výpisu	x	x	
'LFCS'	Změna salda centrálního regulátoru P/f	-	-	
'LFCB'	Zařazení/vyřazení <b>bloku</b> ze sek.regulace P/f	x	-	
'SNAP'	Zápis stavu/návrat do stavu	x	x	
'PUMP'	Čerpadlový provoz vodní turbíny	x	x	
'VALV'	Rychlé zavření ventilů parní turbíny	x	x	
'FREQ'	Změna zadané hodnoty korektoru frekvence	x	x	
'SYNC'	Synchronizace odpojeného <b>bloku</b>	x	x	
'ANAL'	Analýza vybrané <b>oblasti</b>	x	-	
'STEP'	Změna maximálního integračního kroku	x	-	
'FOUL'	Třífázový zkrat na <b>větvi</b>	x	-	
'FDLG,FSLG, F_LL'	Jednofázový, dvoufázový zemní a dvoufázový zkrat na <b>větvi</b>	x	-	
'F_LO'	Rozpojení jedné nebo dvou fází <b>větve</b>	x	-	
'CLER'	Vypnutí zkratu	x	-	
'RAMP'	Rampová změna výkonu v <b>uzlu</b>	x	-	
'EXCH'/EXCS'	Přídavný harmonický/skokový signál regulátoru buzení <b>bloku</b>	x	-	
'TURH'/TURS'	Přídavný harmonický/skokový signál regulátoru pohonu <b>bloku</b>	x	-	
'TIME'	změní relativní čas TREL	x	x	
'MARK'	napiše číslo na <b>trajektorii</b>	x	x	
'STOP'	zastaví výpočet	x	x	
'FICT'	Fiktivní zásah <b>automatiky</b> (změna hodnoty výstupu)	x	x	
'ISLN'	Přechod <b>bloku</b> do režimu regulace ostrova	x	x	
'PAR#'	Změna <b>typových parametrů modelu bloku</b>	x	x	
'OLTC'	Změna zadané hodnoty napětí regulačního trafa	x	x	
'OLTS'	Změna stavuregulačního trafa	x	x	
'EXTR'	Zap.(I=1) nebo vyp.(I=0) <b>externího regulátoru</b>	x	x	
'SETR'	Změna zadané hodnoty <b>externího regulátoru</b>	x	x	
'TERC'	Změna regulačního pásma <b>bloku</b> nahoru /dolů pro I=-1/1	x	x	
'UPFC'	Změna stavu UPFC	x	x	
'UPFU'	Změna zadané hodnoty napětí v poč. uzlu Uz UPFC		x	
'UPFP'	Změna zadané hodnoty přenášeného výkonu Pz UPFC		x	
'WRAM'	Trendová změna rychlosti větru pro model turbíny WINS			
'WGUS'	Poryv rychlosti větru pro model turbíny WINS			
'ARNS'/'ARNU'	změna stavu/ zadané hodnoty <b>ARN</b>	x		
'ARNB'	změna stavové proměnné regulačního bloku <b>ARN</b>	x		
'TSPD'	změna zadané hodnoty regulátoru otáček	x		
LFCM	Změna režimu LFC (I=0,1,2,3 pro VYP/f,P/f+P)	x		
DIST	Změna stavu distanční a nadproudové ochrany (1-ZAP, 0-VYP)	x		
'SYNT'	Spustí synchronotakt pro fázování (I=1,2) nebo kruhování (3)	x		
'SHNT'	ZAP/VYP N-tého kompenzačního prostředku	x		

x možný **zásah** - **zásah** není dostupný

## 4.14 Výpočet průběhu přechodného děje

Po spuštění výpočtu probíhá posloupnost **zásahů** určená vytvořeným **scénářem**. O uskutečnění zadaného **zásahu** je uživatel informován probliknutím piktogramu ve spodní části obrazovky. Probliknutí je tmavomodrou barvou s těmito výjimkami:

- rychlé zavírání turbíny se projeví tmavočerveným probliknutím piktogramu turbíny (F7)
- přepnutí do regulace otáček se projeví tmavozeleným probliknutím stejného piktogramu - přepnutí zpět do pracovní regulace tmavě tyrkysovou barvou
- zkrat větve žlutým probliknutím piktogramu větve (F1).
- rampová **změna** zátěže je signalizována hnědou barvou po celou dobu **změny**.

U **zásahů**, které mají za následek komutaci<sup>1</sup> v síti je možno čas zaznamenávat dvakrát, jednou před provedením **zásahu** (t-) a podruhé po jeho provedení (t+). Tento způsobu zápisu se volí parametrem Zmeny=1 ve **vstupním souboru** VYSTUP.DAT.

Činnost frekvenčního odlehčování se projeví světočerveným problikáváním piktogramu zatížení **uzlu**

**Zásahy automatik** se projevují problikáváním příslušných piktogramů stejnými barvami, jako u **scénáře** s tím rozdílem, že barvy jsou světlé.

Přepnutí odbočky regulačního trafa se projeví šedým probliknutím piktogramu **větve**.

Dále program signalizuje červeným problikáváním piktogramu **větve** nebo **uzlu** překročení kontrolovaných mezí (viz dále).

Činnost přídatných automatik regulátorů buzení a turbíny je signalizováno:

- červeným prosvícením piktogramu buzení (F6) po celou dobu působení hlídače meze podbuzení
- růžovým prosvícením piktogramu buzení (F6) po celou dobu působení omezovače statorového a rotor. proudu
- ostře bílým prosvícením piktogramu turbíny (F7) po celou dobu rychlého zavírání ventilů turbíny
- červeným probliknutím piktogramu turbíny (F7) po zapůsobení regulátoru přeběhu turbíny (pro ST\_A)
- tyrkysovým probliknutím piktogramu turbíny (F7) po přepnutí do regulace otáček (pro HYDR)

Pomocí této signalizace má uživatel průběžný povšechný přehled o průběhu přechodného děje. Podrobnější informace najde uživatel po skončení výpočtu ve **výstupního souboru** AKCE.HLA, kam je prováděn zápis o všech **zásazích**, činnosti přídatných **automatik**, frekvenčního odlehčování a regulačních traf.

Zvláštní roli hraje mechanismus zvaný návrat. V uživatelem určeném čase se **zásahem** 'SNAP' uloží stav soustavy do **výstupního souboru** NAVRAT.SNP. Při aktivaci **zásahem** 'SNAP' v uživatelem zadaném čase se stav načte a výpočet pokračuje z tohoto zapamatovaného stavu. Tento postup lze tedy využít pro cyklicky se opakující výpočty při jednom spuštění programu. Jako příklady lze uvést hledání mezní doby vypnutí zkratu při simulaci dynamické stability nebo mezního podbuzení **bloku** při simulaci statické stability.

<sup>1</sup> Zapnutí-vypnutí větve nebo bloku, změna převodu, zkrat a jeho odpojení

## 5. Analýza přechodných dějů

Program obsahuje pomocné funkce usnadňující uživateli analýzu průběhu **přechodného děje**. Bude o nich pojednáno v této kapitole.

### 5.1 Kontrola překročení zadaných mezí

Program má možnost automaticky kontrolovat překročení zadaných mezí u těchto **proměnných**:

- horní mez u proudu **větvě**
- dolní mez u modulu impedance viděné ochranou
- horní a dolní mez u napětí v **uzlu**
- horní mez u přenosu činného výkonu **profilu**
- horní mez u vzájemných úhlů ems generátorů **bloků**
- překročení mezní hodnoty vnitřního zátěžného úhlu **bloků**

Příslušné **větvě, uzly, bloky** a mezní hodnoty se zadávají do **vstupního souboru** KONT.DAT.

Detailnější výklad je potřebný pro úhly generátorů. Druh úhlu závisí na způsobu zadání jmen **bloků**. Jména **bloků** se zadávají na dvou řádcích. Jestliže na prvním řádku napíšeme jméno **bloku** a na druhý řádek prázdný řetězec (mezeru oddělenou apostrofem), bude se jednat o absolutní zátěžný úhel, tj. úhel mezi synchronně se otáčející vztažnou osou (v počátečním čase splývá s fázorem napětí bilančního **uzlu**) a fázorem vnitřní elektromotorické síly **bloku**. Jedná se o stejnou proměnnou jako je proměnná **bloku** označená symbolem 'DELTA'. Rozdíl je v tom, že proměnná 'DELTA' je vypisována bez omezení, kdežto takto zadaná proměnná 'BETA' je zobrazována v intervalu  $\pm 2\pi$ . Jestliže v obou řádcích budou uvedena jména **bloků**, bude se jednat o rozdíl absolutního úhlu **bloku** uvedeného v první řádce a **bloku** uvedeného v druhé řádce.

Kontrola překročení mezní hodnoty vnitřního zátěžného úhlu slouží pro identifikaci prokluzu rotoru proti fázor svorkového napětí,

Překročení zadaných hodnot je signalizováno červeným problikáváním příslušných piktogramů a zápisem hlášení do **výstupního souboru** KONT.HLA.

### 5.2 Analýza zkratových proudů

Při zadání jednoho z možných typů zkratů na vedení ve scénáři (FOUL, FDLG, FSLG nebo F\_LL) a zadání požadavku (příkazem **Modifikovat** **Uživatelské soubory** přidat soubor volbou **Short circuit calculation** na kartě **Branches**) se vytvoří výstupní soubor s příponou SRC a jménem podle jmenovací konvence. Soubor je dostupný požadavku (příkazem **Výsledky** **Zkratové proudy**) a má následující strukturu:

- hlavičku s popisem chodu sítě (první komentářový řádek v tabulce uzlů), názvem postiženého uzlu a hodnotami  $Z_K$  náhradních zkratových impedancí pro jednotlivé složkové soustavy
- výpis počátečních hodnot v čase  $t_0$ , jehož struktura je v následujícím výpisu:

Vypis hodnot při jednofázovém zkratu (S_L_G)											
Data uzlu						Príspevky vetvi					
Složka	Uzel	U[-]	argU[deg]	I[kA]	argI[deg]	Vetev	Uzel	U[-]	argU[deg]	I[kA]	argI[deg]
Faze a	NODE_3	0.000	0.0	7.94	-90.0	a	----	Fázové hodnoty napětí v uzlu a sumární rázový zkratový			
1-Pos.		0.546	0.0	2.65	-90.0	b	----	Složkové hodnoty napětí v uzlu a sumárního rázový			
2-Neg.		0.454	-180.0	2.65	-90.0	c	----	E" a vstřikovaný proud do postiženého uzlu			
0-Zer.		0.092	-180.0	2.65	-90.0	g	+				
Grafické znázornění postižené						----	E" GEN	1.002	0.0	1.65	-90.0 1-Pos.
Príspevky jednotlivých větví připojených do						3_1	NODE_1	0.649	0.0	0.46	-90.0 1-Pos.
postiženého uzlu v sousledné složkové						2_3A	NODE_2	0.574	0.0	0.27	-90.0 1-Pos.
						2_3B	NODE_2	0.574	0.0	0.27	-90.0 1-Pos.

Príspevky jednotlivých větví do zkratu počítány pouze v sousledné složkové soustavě.

Program nebere v úvahu fázový posun, daný zapojením traf hvězda-trojúhelník, pokud není definován hodinový úhel v souboru NESYM.DAT.

- výpis okamžitých hodnot střídavé a stejnosměrné složky zkratového proudu během trvání zkratu
- závěrečný úsek obsahuje veličiny zkratového proudu pro všechny typy zkratů. Veličiny zkratového proudu jsou vypočítané dle metodiky ČSN 33 3020 s tím rozdílem, že hodnota souměrného zkratového proudu je časově proměnná a počítaná dynamicky. Bere tedy v úvahu přechodné děje v elektrických obvodech točivých strojů, přesněji změny elektromotorických sil v sousledné složkové soustavě. Výpis je doplněn i příslušnými koeficienty  $K_m$ ,  $K_e$  a  $\mu$ , tak jak je definuje norma.

Podrobnější popis metodiky je v Příručce programu ZKRATY, který je volitelnou částí dodávky.



### 5.3 Analýza stavu sítě

Pokud se zadá nenulový parametr Anal ve **vstupním souboru** ANAL.DAT, po skončení výpočtu se vytvoří **výstupní soubory** SIT\_POC.ANA (počáteční stav), SIT\_KON.ANA (koncový stav), SIT\_ROZ.ANA (rozdíl mezi počátečním a koncovým stavem), které obsahují :

- toky výkonů a proudy jednotlivých **větví**
- uzlové hodnoty (napětí a výkony)
- analýzu **oblastí** (dodávky, odběry, ztráty a salda)

O konkrétním obsahu těchto souborů rozhoduje parametr Anal ve **vstupním souboru** ANAL.DAT. Kromě toho se vytvoří výpis přetížených **větví** a **uzlů** s napětím mimo meze s názvem SIT\_PRET.ANA. Mezní proudy a napětí se zadávají pro jednotlivé napěťové hladiny také v **souboru** ANAL.DAT. Vstupní soubor SIT\_POC.ANA obsahuje seznam **uzlů** se zadaným frekvenčním odlehčováním s výpisem procentního objemu i hodnot v MW.

Struktura **výstupního souboru** SIT\_POC.DAT s úseky **větví, uzlů, oblastí** a přehledem frekvenčního odlehčování je naznačena na následujícím obrázku:

sděleno vám je naznačeno na následujícím obrázku:

Hlavička souboru s časem analýzy a dokumentačním komentářem

analýza pocatecniho stavu t= 0.0000000  
Vlastní spotřeba ETE  
prenosy[MW,MVA],proudy[A] a ztraty[MW,MVA] vetvi  
j.m.vetve poc.uz. konc.uz. Ppoc Qpoc Ipoc Pkon Qkon Ikon Pzt  
V430\* CHRA4A CCHR4 92.79 73.58 164. -92.60 -124.84 218. 0.2

T22D CGTEM2 BBD2 13.22 7.28 346. -13.20 -6.69 1385. 0.02  
Uziv. Jmeno Cislo Uv absU argU Podb Qodb Pdod Qdod Qkomp Aq Bq Cq  
cislo uzlu obl. [kV] [kV] [stup] [MW] [MVA] [MW] [MVA] [MVA] [-] [-] [-]  
1 CHRA4A 1 400.0 418.0 0.00 853.0 277.0 855.9 279.5 0.0 0.0 0.0 0.0

23 BBD2 2 6.0 6.1 -1.961 13.2 6.7 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0  
analýza jednotlivých oblastí  
jmeno oblasti Pd[MW] Qd[MVA] Po [MW] Qo[MVA] Pz[MW]Qkomp[MVA] saldoP  
SIT 10900.0 3047.0 10768.9 3114.6 17.16 -124.6 114.0  
VS 0.0 0.0 114.0 65.7 0.00 0.0 -114.0  
celkem 10900.0 3047.0 10882.9 3180.3 17.16 -124.6 0.0

frekvencni odlehcovani [MW,%Podb]  
UZEL F1 [MW,%] F2 [MW,%] F3 [MW,%] F4 [MW,%]  
C3ALB , 38.1, 14, 2.7, 1, 0.0, 0, 0.0, 0  
  
P2JAN , 71.5, 40, 35.8, 20, 30.4, 17, 28.6, 16  
OBLAST F1 [MW,%] F2 [MW,%] F3 [MW,%] F4[MW,%]  
CEZ , 651.1,12.2, 304.2, 5.7, 301.0, 5.6, 280.4, 5.2  
  
OVG , 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0  
celkem , 2498.0,11.5, 1198.0, 5.5, 1032.6, 4.8, 1035.5, 4.8

Úsek větví s činným, jalovým tokem výkonu a proudem na počátku a konci větve a ztrátovým výkonem.  
Vedení/trafa s proudem/výkonem větším než mez zadaná v tabulce VET.DAT jsou označeny hvězdičkou.

Úsek uzlů s výpisem napěťových a výkonových poměrů včetně kompenzačních prostředků (+kapacita, -tlumivka).  
Pro statický odběr uvedeny koeficienty závislé na účinníku.

Úsek oblastí s výkonovou bilancí - činná/jalová dodávka a odběr, saldo oblasti (+ export, - import)

Úsek výpisu uzlů s frekvenčním odlehčováním zátěže. Výkon je uveden v MW a % z celkového odběru v uzlu.

Přehled oblastí s frekvenčním odlehčováním zátěže. Výkon je uveden v MW a % z celkového odběru

**Obr. 20** Struktura výstupního souboru SIT\_POC.ANA s úseky větví, uzlů a oblastí

Základní kontrolu správnosti síťového výpočtu je hodnota celkového saldaP uvedená na závěr analýzy **oblastí**. Tato hodnota by měla být nulová, což značí vyrovnanost bilance (výroba=odběr+ztráty). Drobné odchylky od nuly jsou způsobeny nepřesností iteračních výpočtů<sup>1</sup>. Jestliže odchylka překročí rozumnou hodnotu, je nutné zjistit pro které **uzly** chyba vzniká. To umožňuje volba parametru Anal=6, kdy kromě výše uvedených **souborů** vznikne i **výstupní soubor** SIT\_BIL.ANA, kde jsou uloženy výkonové bilance jednotlivých **uzlů**. Zatížení **uzlů**, kde nerovnováha vznikne, je nutno modelovat konstantní admitancí případně odstranit nerovnováhou jinou volbou parametrů statické charakteristiky **zátěže**.

<sup>1</sup> tyto iterace program provádí, jestliže uživatel zadá jiné **modely zátěže**, než konstantní admitancí

## 5.4 Analýza primární regulace

Pro bezpečný chod ES je nutné zajistit dostatečnou velikost primární regulační rezervy (PRR). Pravidla UCTE tuto velikost určuje participačním koeficientem úměrným roční výrobě dané regulační **oblasti**.

Kromě těchto statických požadavků je nutno splnit i dynamické požadavky. Pro primární regulaci to je uvolnění celé primární regulační rezervy do 30s.

Praktickým úkolem je rozdělit celkovou hodnotu předepsaných regulačních rezerv mezi jednotlivé **bloky**. Jinak řečeno vybrat z určité konfigurace **bloků** ty, které budou použity pro primární regulaci, tak aby byly splněny výše uvedené statické a dynamické požadavky.

Program MODES usnadňuje uživateli splnění tohoto úkolu. V případě kontroly statických požadavků se zadává ve **vstupním souboru** ANAL.DAT parametrem Ana2:

- při volbě Ana2=2 se sestojí charakteristiky statické a dynamické PRR (závislost mezi celkovým generovaným výkonem **oblasti** a odchylkou frekvence) a uloží do **výstupního souboru** STAT\_PRR.GRF. Tento soubor pak lze použít pro vykreslení statických charakteristik buď přídatným programem ZOBRAZ nebo tabulkovým procesorem. Statickou PRR se rozumí trvalý přírůstek výkonu turbíny při odchylce frekvence - je realizován korektorem frekvence při klasické regulaci případně proporcionální regulací otáček. Dynamickou PRR se rozumí dočasný přírůstek výkonu turbíny při odchylkách frekvence způsobený vzájemným působením regulátorů otáček (s proporcionálním charakterem) a výkonu (s proporcionálně-integračním charakterem) při klasické regulaci - podrobnosti viz [1].

- při volbě Ana2=1 se přehled PRR jednotlivých **bloků** a **oblastí** uloží do **výstupního souboru** PRIM\_REG.ANA. Struktura souboru je znázorněna na následujícím obrázku:

Velikosti primární regulační rezervy pro zatěžování (PRR+) a odlehčování (PRR-).	Dynamická (dočasná) regulační rezerva	Regulační rozsah turbíny zadávaný v tabulce bloků GEN.DAT
	Pracovní bod	Jmenovitý výkon turbíny a generátoru
Analýza primární regulační rezervy po oblastech a blocích		Kód popisující způsob regulace
Jmeno Kod PRR+ PRR- DRR Ntmin M Ntmax Ntn Pn bloku		S -funkční regulátor otáček
C3DETB, PrV , 0.0, 0.0, 0.0, 134., 157.180., 199.,200.		-(mezera) bez regulátoru otáček
C3LIP, PoHF, 12.0, -16.2, 0.0, 10., 26., 60., 60., 60.		režim regulace turbíny
Přehled modelování zdroje jednotlivých oblastí [MW]		Po - klasická regulace
Jmeno Konstantní Dynamický Celkem Prim.regul.rezer. oblasti admitanci blokem cerpani [MW] [MW] [%]		Pr - předtlaková regulace
CEZ 1269. 4454. -320. 5403. 154. 2.7		Co - koordinovaná regulace
PSE 1917. 10656. -1091. 11483. 302. 2.4		Ma - ruční řízení
celkem 4526. 19492. -2071. 21946. 595. 2.5		Sl - přirozený klouzavý tlak
		typ bloku
		C - konvenční s konstantním tlakem
		V - konvenční s proměnným tlakem
		N - jaderný blok
		H - vodní blok
		G - plynový blok
		F - funkční korektor frekvence
		-(mezera) bez korektoru
		XXxXX
Přehled modelování dodávky po oblastech		
Primární regulační rezerva oblastí je uvedena celková [MW] a procentní vztažená na celkovou dodávku		

**Obr. 21** Struktura výst. souboru PRIM\_REG.ANA s přehledem primární regulace po **blocích** a **oblastech**

Pro hodnocení dynamických požadavků se jedná o časový průběh celkového dodávaného mechanického výkonu (výkonu turbín) **oblasti** NTOB. Požadavek na výpočet této **proměnné** se zadá ve **vstupním souboru** KONT.DAT parametrem Ana\_ob=1. Pak je jí možno používat jako jakoukoliv jinou **proměnnou** z katalogu SYMBOL.CAT.

## 5.5 Analýza sekundární regulace P/f

Pro bezpečný chod ES je nutné zajistit dostatečnou velikost sekundární regulační rezervy (SRR). Podle doporučení UCPTE to je větší hodnota z největšího jmenovitého výkonu bloku v soustavě nebo 3–4.5% ze zatížení.

Kromě toho je nutno splnit i dynamické požadavky. Pro sekundární regulaci je to odstranění odchylky frekvence a salda předávaných výkonů do několika minut, přičemž odchylky salda by neměly překročit určité hodnoty.

Praktickým úkolem je rozdělit celkové hodnoty předepsané regulační rezervy mezi jednotlivé **bloky**. Jinak řečeno vybrat z určité konfigurace **bloků** ty, které budou použity pro sekundární regulaci, tak aby byly splněny výše uvedené statické a dynamické požadavky.

Program MODES usnadňuje uživateli splnění tohoto úkolu. V případě statických požadavků se jedná :

- přehled SRR jednotlivých regulačních **bloků** a **oblastí** obsažený ve **výstupním souboru** SEK\_REG.ANA po zadání volby Ana4=1 ve **vstupním souboru** ANAL.DAT. Struktura souboru je naznačena na následujícím obrázku:

Regulační rozsah bloku		Sekundární regulační rezerva (SRR)bloku									
Pracovní bod		Rychlost zatěžování bloku		Terciární regulační rezerva bloku (TRR)							
		Číslo pásma									
prehled sekund.regulace bloku a sek.regulacni rezervy oblasti vypis regulacnich pasem primo rizenych bloku pro oblast:CEZ											
jmeno	Nrmin	Nt	Nrmax	SRR	V[MW/m]	CP	TRR	TSR	VT	kkomp	v[%/m]
EME3	450.	488.	500.	12.	3.	3	0.	0.	0.	0.530	6
Suma		4411.	4786	5350.	74.						
SRZ, kKOH,KHOM: -375. 564. 3. 0.542											
TRZ		TRR-	TRR+	VSR	TSR:	-517.	969.	110.	177.		
reg.schopnosti		Oblast	SALDOmax	SALDOsigma	Ereg[MWh/hod]	Preg					
CEPS			81.2	52.9	48.	5350					
vypis regulacnich pasem bloku rizenych Y3											
jmeno	Nrmin	Nt	Nrmax	Reg.pasmo[MW]	[% reg.rozsahu]						
PHYB	140.0	180.0	200.0	40.1	66						
sek.regulacni rezerva bloku rizenych Y3: 1309.5											
vypis regulacnich pasem bloku rizenych Y1											
jmeno	Nrmin	Nt	Nrmax	Reg.pasmo[MW]	[% reg.rozsahu]						

Úsek přehledu přímo řízených bloků

Sumární hodnoty

Celková SRR přímo řízených bloků oblasti pro odlehčení a zatěžování, koeficienty koherence a homogenity

Celková TRR přímo řízených bloků oblasti pro odlehčení a zatěžování, koeficienty koherence a homogenity

Vyhodnocení regulačních schopností oblasti

Přehledu bloků řízených směrnou hodnotou Y3

Regulační pásmo = 2\*min{Nrmax-Nt,Nt-Nrmin}

Celková regulační rezerva bloků =součet regulačních pásem bloků

Přehledu bloků řízených směrnou hodnotou Y1

**Obr. 22 Výstupní soubor SEK\_REG.ANA s přehledem regulačních bloků a sekundární reg. rezervy oblastí**

Celková sekundární regulační rezerva se získá sečtením jednotlivých rezerv (t.j. přímo řízených bloků a bloků řízených směrnými hodnotami. Koeficient koherence kKOH je kritériem toho jak rovnoměrně se bloku zatěžují z hlediska rychlost. Matematicky je definován jako střední kvadratická odchylka rychlosti zatěžování jednotlivých bloků od střední rychlosti zatěžování. Koeficient homogenity KHOM je kritériem toho jak rovnoměrně se bloku zatěžují z hlediska polohy pracovního bodu v regulačním pásmu. Matematicky je definován jako střední kvadratická odchylka pracovního bodu os středu regulačního pásma ve výchozím stavu. Čím jsou uvedené koeficienty menší, tím sekundární regulace pracuje rovnoměrněji.

Regulační schopnosti dané oblasti lze vyhodnotit pomocí maximální a střední kvadratické odchylky salda SALDOmax a SALDOsigma, hodinové regulační energie Ereg a celkové regulační práce Preg.

Pro hodnocení dynamických požadavků:

- při zadání Ana4=1 program také vypisuje potřebné veličiny do **výstupního souboru** LFC\_ANA.SRI. Přídavný program ODCHYLKY pak počítá střední kvadratické odchylky salda a frekvence, maximální odchylky salda a odchylku energie proti plánované hodnotě (nedodanou energii) pro jednotlivé **oblasti** a vypisuje je do **výstupního souboru** LFC\_ANA.SRO.

## 5.6 Chyby způsobujících ukončení běhu programu

Tyto chyby lze rozdělit do těchto skupin:

- a) ošetřené chyby vstupních dat - hlášení o těchto chybách nalezne uživatel ve **výstupním souboru** INIC.HLA (dostupný příkazem **Hlášení| Initialisation**) kde je i návod na opravu. Program buď provede výpočet (u tzv. předvídání chyb, ošetřených standardním způsobem) nebo se ukončí (nepředvídatelné chyby). Mezi nepředvídatelné chyby patří:
- zadání nulového parametru Ti2 v úseku přidavných automatik regulace turbín pro modely DIES a HYDR
  - zadání nulových parametrů Td1 nebo Td2 v úseku přidavných automatik regulace turbín pro model DIES
  - zadání záporného parametru km v úseku zdrojů pro model DIES
  - zadání záporného parametrů k1 nebo k12 v úseku pohonů pro model TCHK.
- b) neošetřené chyby vstupních dat, jsou chyby, které vzniknou nedodržením formátu vstupních dat ve **vstupních souborech**. Na obrazovce se vypíše kód chyby a jméno podprogramu, kde chyba vznikla.. Jedná se nejčastěji o chybějící apostrof u řetězců, nedodržený předepsaný počet údajů na řádce, neodpovídající počet řádků. V následujícího přehledu jsou uvedena jména podprogramů a jména vstupních souborů, které jsou čteny.

Uživatel může identifikovat, v kterém **vstupním souboru** chyba vznikla tím, že spustí program MODES v diagnostickém režimu příkazem **Spust|Diagnostika**, hlášení je možno přečíst příkazem **Hlášení| Výpis chyb**.

. Následující seznam ukazuje jména modelů a odpovídajících vstupních souborů.

VST\_JMEN.FOR - TYP\_BLOK.CAT, TYP\_SIT.CAT, BLOK.DTB

VST\_BLOK.FOR - UST.DAT, VET.DAT, GEN.DAT

VST\_SYMB.FOR - SYMBOL.CAT

VST\_UST.FOR - UST.DAT

VST\_UZLY.FOR VST\_AKT.FOR - UZLY.DTB

VST\_RIZ.FOR - RIZENI.DAT

VST\_VET.FOR - VET.DAT

VST\_SIT.FOR - SIT.DTB

VST\_GEN.FOR - GEN.DAT

VST\_VYST.FOR - VYSTUP.DAT, SOUBORY.DAT

VST\_KONT.FOR - KONT.DAT

VST\_TYP.FOR - TYP\_BLOK.CAT, TYP\_SIT.CAT

VST\_SEC.FOR - AUTSEK.DAT

VST\_AUT.FOR - AUTOMAT.DAT

VST\_STAB.FOR - STABIL.DAT

VST\_ANAL.FOR - ANAL.DAT

- c) chyby při běhu programu, jsou chyby vzniklé nepředvídanou situací. Může se jednat především o přetečení proměnných. Dříve se vyskytující dělení nulou, přetečení indexu nebo chyba v sekvenčním souboru SCENAR.DAT byly odstraněny předběžnou kontrolou. Doporučuje se odeslat vstupní data, při kterých došlo k chybě autorovi programu, který provede identifikaci chyby.

V následující tabulce je shrnuta činnost programu a uživatele (*kurzívou*) pro různé chyby vstupních dat:

Chyba	Předvídaná	Nepředvídaná
Ošetřená	Přiřadí se standardní hodnoty a vypíše se varování do INIC.HLA - výpočet proběhne <i>Upraví se vstupní data dle návodu v INIC.HLA</i>	Vypíše se chybové hlášení do INIC.HLA - výpočet se ukončí <i>Opraví se vstup.data dle návodu v INIC.HLA</i>
Neošetřená	Vypíše se kód, druh chyby a modul, kde k chybě došlo <i>Přesměrování výpisu chybových hlášení do souboru a oprava příslušného vstup. souboru</i>	Vypíše se kód chyby při běhu programu <i>Odeslání vstupních dat, při kterých došlo k chybě autorovi programu k analýze.</i>

Poslední možností ukončující činnost programu je nemožnost dodržet zadanou přesnost při zadaném minimálním integračním kroku při maximálním počtu iterací. Na obrazovce se objeví nápis KONEC a stisknutím ENTER se program vrátí do uživatelského prostředí. Příčinou je obvykle simulace velké poruchy **sítě**, kdy výpočet chodu sítě nekonverguje vlivem použití "nestandardních" **modelů zátěže**. Může to být i příznak zhroucení modelované soustavy (napětový kolaps). Je možné povolit menší krok nebo zvětšit počet iterací. Podrobnější informace o průběhu iteračního procesu získá uživatel ve **výstupním souboru** KROK.HLA (dostupný příkazem **Hlášení| Step**) při zadání požadavku na diagnostiku **parametrem** Diagn=1 ve **vstupním souboru** RIZENI.DAT (dostupný příkazem **Modifikovat| Řízení výpočtu**).

## 6. ANALÝZA PROVÁDĚNÁ PŘÍDAVNÝMI PROGRAMY

Ve verzi 2.2/2 byly některé funkce vyjmuty z programu MODES a svěřeny tzv. přídatným programům. Jedná se o méně často používané funkce - výpočet středních kvadratických odchylek a veličin sekundární regulace P a f. Hlavním důvodem bylo zeštíhlení programu a zjednodušení jeho obsluhy. Přídatné programy jsou volitelnou součástí dodávky balíku programů MODES a vlastní jádro programu pro ně pouze vytváří příslušné **vstupní soubory**. V případech uvedených výše jsou to **soubory** BLOK\_ANA.SRI a LFC\_ANA.SRI, sloužící jako vstup pro přídatný program ODCHYLKY.

Nové funkce (harmonická analýza) jsou již realizovány na tomto principu pomocí **souboru** HARM\_ANA.SRI a přídatného programu HARM\_ANA.

### 6.1 Výpočet středních kvadratických odchylek

Pro určité proměnné, které by měly být v **ustáleném stavu** nulové, je možné zadat výpočet střední kvadratické odchylky pro následující **proměnné**:

- a) skluz generátoru
- b) regulační odchylku regulátoru jalového výkonu
- c) regulační odchylku regulátoru buzení
- d) regulační odchylku regulátoru turbíny
- e) regulační odchylku regulátoru kotle

Zadání **symbolu proměnné** a **bloku** se provede ve **vstupním souboru** ANAL.DAT. Definované proměnné se ukládají do **výstupního souboru** BLOK\_ANA.SRI, který vznikne automaticky v adresáři VYST a slouží jako vstup pro přídatný program ODCHYLKY. Tento program provede vlastní výpočet středních kvadratických odchylek a uloží je do **výstupního souboru** BLOK\_ANA.SRO.

Hodnotu střední kvadratické odchylky regulačních odchylek je možné využít pro porovnání dvou nastavení parametrů regulátoru. Kvalitnější regulační proces s menším přeregulováním a s rychlejším tlumením má odchylku menší.

### 6.2 Analýza veličin sekundární regulace P a f

Při zadání parametru Ana4=1 ve **vstupním souboru** ANAL.DAT program vytvoří pomocný **výstupní soubor** LFC\_ANA.SRI, který slouží jako vstup pro přídatný program ODCHYLKY, který je volitelnou součástí dodávky. Tento program pak dopočítá veličiny charakterizující sekundární regulační proces a uloží je do **výstupního souboru** LFC\_ANA.SRO.



Je možné např. určit velikost tzv. „regulační energie“, tj. hodnoty energie, kterou daná **oblast** importuje/exportuje v daném časovém intervalu a tak usuzovat na kvalitu regulace P a f.

### 6.3 Harmonická analýza vybraných proměnných

Program MODES ve verzi 2.2/2 umožňuje pomocí **zásahů** 'EXCH'/'TURH' přidat harmonický signál (sinusového průběhu) o definované amplitudě a frekvenci do součtového členu regulátoru buzení/pohonu. Tím se do ES zavádějí vynucené kyvy.

Ve **vstupním souboru** ANAL.DAT se v úseku harmonické analýzy dají definovat **proměnné** vybraných **bloků**, jejichž časový průběh se během výpočtu ukládá do pomocného **výstupního souboru** HARM\_ANA.SRI. Zároveň se do tohoto souboru tisknou i údaje o velikosti amplitudy a frekvence přídatného signálu v okamžiku zadání **zásahu**. Tento soubor se pak použije jako vstup přídatného programu HARM\_ANA, který je volitelnou součástí dodávky. Tento program pak vyhodnotí poměr amplitud indukovaných kyvů vybraných **proměnných** a amplitudy budícího harmonického signálu (uvádí se v seznamu **proměnných** jako první) a rozdíl jejich fází (fázový posuv). Tyto hodnoty se vypíší v tabulkové formě do **výstupního souboru** HARM\_ANA.SRO a mohou se použít pro konstrukci frekvenčních charakteristik.



Uvedený postup má praktické použití při návrhu a optimalizaci parametrů systémových stabilizátorů, které slouží k tlumení tzv. systémových kyvů<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Podrobné postup najde uživatel v Průvodci [2]

## 7. ROZDÍLY PROTI PŘEDCHOZÍM VERZÍM

### 7.1 Modelovaná soustava

#### 7.1.1 Rozdíly proti verzi 2.2/1

V souboru UST.DAT:

- lze zadat čísla více bilančních **uzlů**, takže program UST může počítat ostrovní režimy
- se definují jména jednotlivých **oblastí** (místo v souboru KONT.DAT)
- program UST automaticky vytvoří tabulku **profilů** mezi jednotlivými **oblastmi**.

V souboru GEN.DAT:

- lze zadat výkon synchronních strojů pomocí počtu fyzických bloků
- lze zadat participační koeficienty pro zatěžování bloků pracujících do jediného uzlu
- u motorů se zadává přídatná vnější impedance ( $R_v$  a  $X_v$ ) a součin účinnosti a účinníku, parametry statoru jsou součástí typových.

U **databází** BLOK.DTB, UZLY.DTB a SIT.DTB nemusí být přímá korespondence s tabulkami GEN.DAT, UST.DAT a VET.DAT. Mohou obsahovat libovolný počet záznamů. V souvislosti s doplněním nových **modelů** as.motorů přibýly v BLOK.DTB v úseku asynchronních motorů nové sloupce pro poháněné zařízení. V **databázi** UZLY.DTB přibýly dva sloupce pro zadávání odporové zátěže pomocí termostaticky řízeného **modelu** a jalového odběru jako **modelu** statického kompenzátoru. Tyto sloupce nejsou ve verzi 2.2/2 funkční (měly by obsahovat 0) a jsou zde pro kompatibilitu s budoucí verzí 2.2/3.

U **zásahů** bylo doplněno přídatné signály, které se přičítají v sumárním členu regulátoru buzení a pohonu. Tyto signály mohou mít charakter skoku nebo harmonického průběhu.

U **katalogů** lze doplňovat komentářové řádky do hlaviček jednotlivých úseků. Typové **parametry** se nacházejí ve dvou katalozích (TYP\_BLOK a TYP\_SIT.CAT na rozdíl od TYP.DAT verze 2.2/1).

Bylo zdokonaleno modelování asynchronních motorů. Jedná se jednak o **model** ekvivalentního motoru přiřazeného do **uzlu**<sup>1</sup>. Jednak jsou to elektromagnetické **modely** (jednoklecový 'ELM1' a dvouklecový 'ELM2') as.motorů, modelovaných jako jednotlivé **bloky**. U těchto **bloků** lze zadávat charakteristiky protimomentů (poháněných zařízení). V souvislosti s těmito novými **modely**:

- se změnila některé typové **parametry** v úseku motorů (jmenovité otáčky) a jiné přibýly (odpory a reaktance statoru), parametry rotoru lze zadávat pro dvouklecový model nebo přímo ekvivalentní parametry jednoklecového modelu (závislé na skluzu)
- u **modelů** poháněných zařízení ('TCHK' a 'PIEC') přibyl nový úsek typových **parametrů**.

V **modelech** turbín byly provedeny drobné úpravy (viz Popis [1]).

#### 7.1.2 Rozdíly proti verzi 2.2/2

- u generátoru lze alternativním zadáním parametrů  $X_q'$  a  $T_{q0}'$  modelovat druhé tlumící vinutí v příčné ose
- u **modelů regulátorů** vodní turbíny lze alternativně měnit zadanou hodnotu otáček PI
- u **modelů** vodní turbíny lze zadat průtok naprázdno a regulační efekt turbíny
- u **modelů automatik** lze alternativně přídržný poměr, definovat skupinu s prioritou a vstupní stavové signály
- definovány logiky a přídatné stabilizátory

#### 7.1.3 Rozdíly proti verzi 2.2/3

- u generátoru lze zadáním přídatných typových parametrů  $R_{stat}$   $R_{rot}$   $dP_0$  modelovat ztráty
- u budičů lze modelovat závislý kompaundovaný tyristorový budič 'ST\_3'
- u regulátorů buzení lze zadat přídatné typových parametrů  $U_{imin}$   $U_{imax}$   $T_2$   $T_4$
- u **modelů** turbíny lze modelovat přepouštěcí stanice a režim regulace ostrova
- u pohonů lze modelovat přepínaný vznětový motor 'DIES'
- u přídatných automatik regulátoru vodní turbíny lze zadat alternativní regulátor otáček
- u modelu asynchronního motoru 'ELM1' lze zadávat sycení a ztráty
- u automatik lze zadávat součet, rozdíl, součin nebo podíl vstupních měřených hodnot.

<sup>1</sup> odpovídá tzv. agregátnímu způsobu modelování **zatěže**

#### 7.1.4 Rozdíly proti verzi 2.2/4

- u modelu zátěže ekvivalentním asynchronním motorem se typové parametry zadávají z katalogu sítě
- u automatik lze zadávat článek LIMA měřící absolutní hodnotu vstupní proměnné
- u modelu buzení lze zadat statiky činným a jalovým výkonem
- upraven model čerpání u modelu vodní turbíny 'HYDR'
- přidán omezovač rychlosti zatěžování zadané hodnoty otáček pro model dieselgenerátoru 'DIES'
- přímý výpočet impedancí pro zpětnou a nulovou složku pro nesymetrické poruchy (zkratky 'FSLG, FDLG, F\_LL' a rozpojení fáze 'F\_LO')

#### 7.1.5 Rozdíly proti verzi 2.2/5

- jednostranné napájení zkratu po odpojení postižené větve z jedné strany zásahem CLER s parametrem  $\pm 2$
- zdokonalení výpočtu nesymetrií (vzájemné impedance větví, hodinový úhel transformátorů, zátěž modelovaná konstantní admitancí ve zpětné a netočivé složce, uzemnění as. motorů)
- korekce regulátoru přepínání odboček trať
- dynamický model zatížení
- model generátoru DAMP (jako CONS, ale tlumí kývání)
- měřená hodnota napětí upravena pro výpočet nesymetrií
- model plynové turbíny GAST
- v regulátoru f/P zavedeny 3 pásma a kompen. koeficient a zásah TERC pro změnu regulačního pásma turbíny
- externí regulátory a zásah SETR pro změnu zadané hodnoty

#### 7.1.6 Rozdíly proti verzi 2.2/6

- zavedení modelu trojvlnového trať
- během rychlého zavírání ventilů (po zásahu VALV nebo vnitřní automatikou RZV) je možné zásahem TURB změnit základní otevření regulačních ventilů.

#### 7.1.7 Rozdíly proti verzi 2.2/7

- Jsou upraveny modely budičů-s ohledem na to, že hodnoty  $U_{Bmin}$ ,  $U_{Bmax}$  jsou získány z měření při zatíženém budiči - nejsou to hodnoty naprázdno).
- dat je implementován nový model střídavého budiče kompatibilní s modelem AC1A podle IEEE
- Modely turbíny HYDR a STAN mohou být přepnuty do regulace otáček již ve výchozím stavu použitím klíčového slova SPD pro stav regulátoru v databázi modelů bloků (nemusí se používat zásah STRC ve scénáři)
- Je zaveden jednoduchý model větrné turbíny WIN0 pro konstantní rychlost větru

#### 7.1.8 Rozdíly proti verzi 2.2/8

- Je zaveden nový model asynchronního generátoru s vinutým rotorem napájeným z frekvenčního měniče DFIG
- Je zaveden nový model větrné turbíny při proměnné rychlosti větru WINS
- Je zaveden nový objekt sítě UPFC
- Výstup **externího stabilizátoru** lze přivést do součtového bodu regulátoru napětí počátečního uzlu **UPFC**

#### 7.1.9 Rozdíly proti verzi 2.2/9

- Je zaveden nový model PMGC (z ang. „Permanent Magnet Generator with Converter“)
- Model DFIG doplněn blokováním frekvenčního měniče při poklesu napětí sítě
- Zaveden nový model WIND větrné turbíny – výkon závisí na úhlu natočení lopatek  $\beta$  a činiteli rychloběžnosti
- Nový model paroplynového cyklu, skládající se z plynové turbíny GASA a parního kotle na zbytek. teplo HRSG
- Alternativní regulátor vodní turbíny ROP
- úprava zavírání reg.orgánu vodní turbíny

#### 7.1.10 Rozdíly proti verzi 2.2/10

- Inovovaný model paroplynového cyklu – PPC
- Alternativní modely buzení odpovídající ruským regulátorům tzv. silného dějství
- Alternativní model systémového stabilizátoru PSS2A
- Třívstupový externí regulátor

#### 7.1.11 Rozdíly proti verzi 2.2/11

- Zaveden nový objekt **ARN**
- Všechny **bloky** mají otáčkovou ochranu, která je vypne při nad/podotáčkách 92/110% se zpožděním 5/30 s.
- nový model generátoru PMGC, zdokonalený model WIND (regulace frekvence), zdokonalený model HRT



### 7.1.12 Rozdíly proti předchozí verzi 2.2/14

- nový **objekt vývod** sdružující distanční, nadproudovou a rozdílovou ochranu, synchrotakt a opětné zapínání
- rozšíření ochrany bloku
- až tři zapínatelné bočníky (kompenzační prostředky) v **uzlu**

## 7.2 Funkce programu

### 7.2.1 Rozdíly proti verzi 2.2/1

Ve **scénáři** přibyl pro parní turbínu (**model** 'ST\_A') přepnutí z poruchové regulace otáček do pracovní.

V **souboru** KONT.DAT vypuštěno zadávání jmen **oblastí** (je součástí **souboru** UST.DAT)

V **katalogu** SYMBOL.CAT přidány symboly pro svorkové napětí, činný a jalový příkon as.motoru. Zobrazení v komplexní rovině bylo rozšířeno o zdánlivý výkon **bloku**.

Ve **vstupním souboru** RIZENI.DAT jsou odděleny vstupní data pro MODES od vstupních dat pro program UST - ty jsou v samostatném úseku.

V **souboru** ANAL.DAT:

- je zadávání analýzy **sítě**, primární a sekundární regulace P/f rozděleno do samostatných úseků
- přibyla možnost tvorby statických charakteristik motoru v tabulkové formě
- je možné zadat rozsahy a krok (pracovní body) pro statické charakteristiky primární regulace (motoru)
- přibyla možnost zadání **proměnných** pro harmonickou analýzu přídatným programem HARM\_ANA

Ve **vstupním souboru** VYSTUP.DAT se nezadává počet proměnných v grafech - program je spočítá sám. **Proměnné** síť zadávané pro výpis v **grafice** nebo jako vstupy **automatik** nebo **externích stabilizátorů** není nutno definovat ve **vstupním souboru** KONT.DAT.

Byly zavedeny přídatné programy, které plní některé funkce, které dříve prováděl MODES sám (např. výpočet středních kvadratických odchylek vybraných **proměnných bloku** nebo veličiny sekundární regulace P a f) nebo funkce nové (grafické zobrazení statických charakteristik nebo harmonická analýza). Jedná se o:

- program ODCHYLKY - výpočet středních kvadratických odchylek vybraných proměnných bloku nebo veličin sekundární regulace P a f
- program ZOBRAZ - grafické zobrazení statických charakteristik asyn.motorů a primární regulační rezervy
- program HARM\_ANA - výpočet podílu amplitud a rozdílu fází přídatných harmonických signálů a odpovídacích indukovaných kyvů vybraných proměnných bloku a sítě

Výstupy pro přídatné programy ODCHYLKY, HARM\_ANA a ZOBRAZ mají přípony SRI a GRF.

Zadávání výstupů programu rozděleno do dvou částí:

- data týkající se grafiky jsou uloženy v původním souboru VYSTUP.DAT, přibyla možnost zobrazení koncových bodů fázorů napětí a elektromotorických sil v kartézské souřadné rovině, zjednodušilo se zadávání počtu proměnných v jednotlivých grafech - počet průběhů není potřeba uvádět.
- data týkající se uživatelských výstupních souborů jsou uložena v souboru SOUBORY.DAT, je zavedena jmenovací konvence, umožňující automatické zadávání jmen uživatelských výstupních souborů
- do hlaviček souborů typu \*.D12,D34,SET se zapisují příslušné vztažné hodnoty, takže po vynásobení hodnot ve sloupcích vztažnými hodnotami dostaneme vyjádření proměnných v pojmenovaných hodnotách.

Verze 2.2/2 je shora kompatibilní s předchozí verzí. To znamená, že je schopná číst data verze 2.2/1. **Vstupní soubory** však nelze kombinovat (nelze tedy použít **vst.soubor** SOUBORY.DAT verze 2.2/2 a **databázový soubor** BLOK.DAT z verze 2.2/1). Převod **katalogů** a **databází** není složitý. Spočívá v:

- rozdělení (TYP.DAT  $\Rightarrow$  TYP\_BLOK.CAT, TYP\_SIT.CAT)
- přejmenování (BLOK,UZLY,SIT.DAT  $\Rightarrow$  \*.DTB)
- přidání úseků (úsek typ.parametrů protimomentů as.motorů v TYP\_BLOK.CAT)
- přepsání některých typ.parametrů as.motorů ( $\cos\phi \Rightarrow I_{def}$ ,  $n \Rightarrow S_p$ )
- přidání sloupců podílů zátěže v **databázi** UZLY.DTB a vypuštění počtu záznamů v **databázi** BLOK.DTB.

Při používání programu UST verze 1.1/2 je nutno používat **vstupní soubor** RIZENI.DAT z verze 2.2/2 neboť vstupní data pro UST jsou ve samostatném úseku. Pro zrychlení práce byly zavedena tzv. makra<sup>1</sup>, umožňující např. použití předdefinovaných scénářů a usnadnění zadávání údajů pro **grafiku**.

<sup>1</sup> použití maker je vysvětleno v Průvodci [2]

### 7.2.2 Rozdíly proti verzi 2.2/2

V verzi 2.2/3 byly zavedeny:

- relativní čas TREL, měnitelný **zásahem** 'TIME'
- **zásahy** 'TIME', 'MARK', 'STOP', 'FICT', 'STAB' a 'LOGC'
- násobné a hromadné **zásahy**
- alternativní tok času po návratu provedeném **zásahem** 'SNAP'
- kružnice a přímky zobrazované **grafikou** v komplexní rovině
- hlášení o posledním **zásahu** v **grafice**
- alternativní diagnostika **automatik**
- typy **uživatelských výstupních souborů** GR1- GR4
- alternativní výpis **proměnných** do výše uvedených **souborů** v pojmenovaných hodnotách
- **variace formulářů, modifikace databází**
- **případy** jako rozšíření konceptu **projektu**
- globální a lokální **katalogy**

### 7.2.3 Rozdíly proti verzi 2.2/3

V verzi 2.2/4 byly zavedeny:

- **zásahy** 'ISLN', 'PAR#'
- výpis souhrnného hlášení o průběhu výpočtu VYPIS.HLA, který je dostupný tlačítkem z MODMANu
- priorita intervalu výpisu před integračním krokem.

### 7.2.4 Rozdíly proti verzi 2.2/4

V verzi 2.2/5 byly provedeny tyto změny:

- **zásah** 'OLTC' pro změnu zadané hodnoty napětí **regulačního trafa**
- zavedena **proměnná** zadané hodnoty napětí **regulačního trafa**
- stavovou **proměnnou regulačního trafa** lze použít jako vstup **automatiky**
- zavedeny alternativní **proměnné** buzení vztažené na jmenovitou hodnotu nebo na hodnotu naprázdno
- zavedena globální tabulka **maker** dostupná všem **projektům**
- vyřazení **grafiky** spuštěním MODESu s řádkovým parametrem G
- zpomalení výpočtu tak, aby skutečný čas odpovídal simulovanému zadáním Iriz=-1
- paralelní větve nemusí být zadávány za sebou v tabulce **větví**
- charakteristika **automatiky** s měřícím článkem typu CIRC a LINE může být zobrazena v **grafice** přímo
- **grafika** umožňuje zadat zobrazení naměřeného průběhu nebo výsledku předchozí simulace uloženého v ASCII souborech
- při instalaci je možno zvolit buď českou nebo anglickou jazykovou mutaci
- je možno zadat až 25 **proměnných** do jednoho grafu, přičemž do **grafiky** se zobrazí prvních 7, zbytek se zapisuje do **uživatelských výstupních souborů** typu GR1 -GR4
- při zadání **uživatelského výstupního souboru** typu SRC a zkratu se do tohoto souboru vypíše charakteristiky zkratového proudu
- formát zápisu času do **uživat. výst. souboru** se mění podle velikosti času takže lze zapisovat až do 99999s.

### 7.2.5 Rozdíly proti verzi 2.2/5

- výpočet fázových hodnot napětí uzlů a proudů větví při nesymetrických poruchách (UFA/B/C a IFA/B/C)
- proměnná pro měření napětí regulátoru buzení včetně statiky jalovým proudem (UST)
- zdokonalena analýza činnosti sekundární regulace f/P

### 7.2.6 Rozdíly proti verzi 2.2/6

- zavedeny symboly činného/jalového výkonu a proudu trojvlninového trafa vztažené na výkon příslušného vinutí

### 7.2.7 Rozdíly proti verzi 2.2/7

- Jsou zavedeny uživatelská čísla oblastí – v tabulce oblastí nemusí být číslo oblastí pořadové –čísla mohou být na přeskáčku v rozsahu 1- 99
- Při zadávání zásahu pomocí makra ve scénáři, nemusí být čas součástí makra (zápis zásahu pomocí má pak tvar např. 20,'\$(záznam makra)', neboli za časem zásahu je zápis makra v apostrofech).
- V dlouhodobé dynamice se do výstupního souboru SEK\_REG.ANA vypisuje hodnota neodregulované (neplánované výměny) energie v dané hodině EregH [MWh/h] a distribuční funkce rozdělení četnosti neodregulovaného (neplánovaného předávaného) výkonu během výpočtu. Lze tak posuzovat kvalitu regulačního procesu P/f.
- Při zadání nulového převodu trafa pt v tabulce bloků (standardně GEN.DAT) se jeho převod spočte automaticky podle vztahu  $U_{uv}/U_{ng}$
- Je zavedena nová proměnná PG\_OB (sumární výkon generátorů dané oblasti) a souměrné složky (zpětná a netočivá) proudů větví a napětí uzlů

- Je zaveden nový uživatelské výstupní soubor typu pro analýzu zkratu SRA, který vypisuje parametry větví pro souslednou a netočivou složku, prvky síťové admitanční matice a zkratovou matici
- Upraveny formáty výst.dat pro motory s výkony menšími než 1MW

### 7.2.8 Rozdíly proti verzi 2.2/8

- **zásahy** 'WRAM' a 'WGUS' mění rychlost větru pro nový model větrné turbíny 'WINS'
- **zásahy** 'UPFC', 'UPFU' a 'UPFP' mění stav a zadané hodnoty U a P pro nový model **UPFC**
- je možné kontrolovat překročení mezního proudu pro všechny vedení profilů během výpočtu

### • Rozdíly proti verzi 2.2/9

- Je možno zadat automatické přepínání odboček i pro trojvinutové trafo záznam
- Nový **zásah** PROF, který vypíná/zapíná všechny větve profilu.
- **Zásah** SNAP s parametrem 2 vytvoří ve výstupním adresáři tabulku uzlů UST.DAT
- Prohledávání databáze modelů bloků BLOK.DTB se provádí ve dvou průchodech.

### 7.2.9 Rozdíly proti verzi 2.2/10

- V tabulce bloků (GEN.DAT) je možno zadat individuálně hodnotu reaktance blokového trafo  $X_t$ .

### 7.2.10 Rozdíly proti verzi 2.2/11

- Zavedeny nové **zásahy** pro objekt **ARN**
- Nový **zásah** TSPD pro změny zadaného hodnoty regulátoru otáček **bloku**
- V tabulce bloků (GEN.DAT) je možno zadat individuálně hodnotu primární rezervy **PRR** pro regulaci frekvence.

### 7.2.11 Rozdíly proti verzi 2.2/14

- verze pro WINDOWS7 s **grafikou**
- Nové **zásahy** pro vývod (DIST) a přippínatelné bočníky (SHNT)
- Možnost výpisu času ve formátu hh:mm:ss pro zadání výchozího času v hodinách.

## 7.3 Uživatelské rozhraní MODMAN

### 7.3.1 Rozdíly proti verzi 2.0.

- při instalaci je možno zvolit buď českou nebo anglickou jazykovou mutaci
- obsah užívat.výst. souborů je možno zobrazit graficky v menu příkazem **Výsledky** při zapnuté volbě **Graficky**
- zaveden editor chodů umožňující editace tabulek uzlů, větví a bloků, spouštění výpočtu chodu sítě pomocným programem UST, zobrazování výsledků výpočtu chodu a ukládání odladěných chodů do skladiště chodů
- v dialogu pro grafiku přidáno tlačítko **Replace** pro výměnu proměnné v grafu a pro volbu proměnné tlačítkem v blokovém schématu
- v editoru databází je možno zobrazit blokové schéma modelu bloku
- v editoru projektů je možno přidat importovaný projekt
- doplněn stavový řádek s doporučenou akcí, zobrazením tlačítek, která je vhodné stisknout a informací o neuložených variantách, modifikacích a variacích.
- doplněny tlačítka pro rychlý přístup k dialogům pro scénář a grafiku, editoru chodů a databází a hlášení o inicializaci modelů.
- položky menu a tlačítka se aktivují podle aktuálního obsahu adresářů.
- příkazem **Volby** a tlačítkem **Fonty** lze nastavit typ písma pro textové okno MODMANu. Pro ekvidistantní zobrazení jsou vhodné fonty FixedSys a Courier."

### 7.3.2 Rozdíly proti verzi 2.4.

- vylepšený editor chodů s možností inicializace MODESu
- zaveden editor modelů uzlů
- přístup k uživatelským souborům typu GR1-GR4 pomocí tlačítek
- zobrazování grafiky případů a jednopólových schémat chodů sítě
- obsluha servisních balíčků
- přístup k archivním souborům projektu, případů a editací
- zobrazování základní a modifikované databáze modelů v textovém okně

### 7.3.3 Rozdíly verze 2.7 proti verzi 2.6.

- zobrazování dokumentace pomocí stromové struktury po kliknutí na záložku Dokumentace.
- možnost tisku obsahu textového okna pomocí tlačítka na tlačítkové liště

- editor chodů umožňuje editaci a vkládání trojvinuťových traf včetně používání typových hodnot
- zdokonalení zobrazování výstupních souborů v grafickém režimu (možnost změny osy Y a osy času)
- zdokonalení zobrazování grafiky případů roztažením na celé textové okno s možností tisku
- přístup k dokumentům daného projektu (uloženým v projektovém adresáři v podadresáři DOC)

#### 7.3.4 Rozdíly verze 2.8 proti verzi 2.7

- Přidány položky menu Soubor/Archiv dokumentů a Projekt/Vyčistit pro zobrazení přehled dokumentů uložených v podadresářích DOC jednotlivých projektových adresářů- a vymazání dočasných a zálohových souborů
- Příkazem Soubor/Archiv dokumentů lze prohlížet i sobory XLS pro EXCEL
- Je zajištěn přístup do souboru MAKRA.DAT (tabulka maker) z menu Modifikovat
- Přidáno tlačítko hledání řetězce v textovém okně (dalekohled).

Integrovaný editor chodů obsahuje tyto novinky:

- Chod sítě a inicializace dynamiky spouští jako DLL, což umožňuje automatické (bez nutného stisknutí tlačítka Aktualizovat jako dříve) zobrazování výsledků chodu sítě (napětí a dodávky) rozšířené o toky výkonů, proudy a ztráty ve větvích (případně trojvinuťových trafech)
- Po inicializaci dynamiky se automaticky vypíše překročení mezí výkonu turbíny a napětí budiče. Po kliknutí na jméno uzlu/bloku se ukazatel v tabulce uzlů/bloků automaticky přemístí na záznam v tabulce uzlů/bloků -takže je možné hned opravit buď chod nebo generátor.
- Textové okno se záznamem výsledku chodu sítě zčervená, pokud výpočet nekonverguje
- Vybráním jména uzlu s hlášením o degeneraci v textovém okně, přesune se na něj ukazatel v tabulce uzlů.
- Je změněn dialog pro 3v.trafa, nyní je srozumitelnější – pro usnadnění volbu uzlů připojení je možné vybrat jen uzly jedné napěťové hladiny
- V dialogu pro přidání bloku je možno definovat zdroj tvrdého napětí pomocí trojfázového zkratového výkonu SK3. Program vypočte jmenovitý výkon tak, aby blok dodal zadaný zkratový výkon (při defaultových typových parametrech generátoru).
- Přidán příkaz Najít, který po zadání jména objektu vyhledá jeho záznam v tabulce a přesune tam ukazatel. Tabulka, kde se hledá musí být aktivní, což se pozná podle toho, že je žlutá (po předchozím kliknutí na záznam).

Integrovaný editor modelů bloků obsahuje tyto novinky:

- Je možné zobrazit jen generátory vybrané oblasti
- V rámečku Výběr komponenty modelu bloku jsou graficky zobrazeny modely přiřazené danému bloku
- Při výměně modelu tlačítkem Vyměnit se automaticky přiřadí i odpovídající sada typových parametrů z globálního katalogu
- Po kliknutí na jméno parametru v hlavičce Typových parametrů vybraného bloku se v okně vypíše specifikace daného parametru (význam, výpočet, poznámka). Tyto údaje jsou uloženy v samostatné databázi PopisPar1.MDB v podadresáři GLOBAL.DAT/DOC (je součástí dodávky).
- Je rozšířena možnost volit režim regulátoru otáček na regulaci otáček klíčovým slovem SPD (již v počátečním stavu) u modelů HYDR a STAN (vodní a standardní turbína)
- Po zobrazení blokového schématu modelu (po stisknutí tlačítka Schéma) je možno editovat parametry přímo v dolním řádku. Po opětovném stisknutí tlačítka Tabulky se opravené parametry přenesou do hlavní tabulky.

#### 7.3.5 Rozdíly verze 2.9 proti verzi 2.8

- Dialog pro grafiku má i českou mutaci a je integrován do MODMANu
- **Editory chodů a modelů bloku** se spouštějí jenom tlačítky z lišty
- Z menu **Modifikovat** se editují soubory chodu a modifikace dynamických modelů jen v textovém režimu

**Editor chodů** obsahuje tyto novinky:

- Příkazem **Zobrazit Vazby na uzel** je možné zobrazit veličiny **větví** a **UPFC** (proud a toky výkonů) vybraného uzlu v samostatném okně
- Zaveden dialog pro zadání nové **oblasti**
- Zaveden dialog pro zadání nového **UPFC** včetně typových dynamických parametrů z katalogu
- Při vymazání uzlu je nabídnuto i vymazání větví zapojených do tohoto **uzlu**.

**Editor modelů bloků** obsahuje tyto novinky:

- Je možné tlačítkem **Kopírovat schéma** uložit blokové schéma do schránky a pak je klávesami Ctrl+V zkopírovat do dokumentu

### 7.3.6 Rozdíly verze 2.10 proti verzi 2.9

- Rozšíření možností v grafickém režimu prohlížení výsledků
- V Editoru chodů je možno zadat eliminaci uzlů a vypnutí profilu

### 7.3.7 Rozdíly verze 2.11 proti verzi 2.10

- Nový příkaz **Tvorba scénářů** v menu **Nástroje**

### 7.3.8 Rozdíly verze 2.12 proti verzi 2.11

- Původně samostatné programy pro **editaci** vstupních dat (**RIZENI**, **ANAL**, **KONT** a **SOUBORY**) jsou integrovány v MODMANu.

## 8. ZÁVĚR

Tato příručka poskytuje stručné základní informace, nutné pro práci s programem MODES. Detailnější informace obdrží uživatel při instalaci programu, pomocí elektronických dotazů (e:mail), případně doplňkovým zaškolením. Součástí standardní dodávky jsou typové projekty a případy, popsané v Průvodci použití programu MODES [2] a další dokumentaci uložené na instalačním disku v podadresáři DOKUMENTY.

Další vývoj programu bude směřovat:

- k zvýšení uživatelského komfortu (pomocí **uživatelského rozhraní** MODMAN)
- k zjednodušení obsluhy a unifikaci vstupních dat
- k otevřenosti (tvorba varianty pro WINDOWS, komunikující přes standardní rozhraní)
- k zlepšení služeb (nová dokumentace s příklady použití, rozšiřování **katalogů** a pod.)
- k zvýšení robustnosti programu (kontrola a ošetření chyb vstupních dat).

Směr dalšího vývoje však do velké míry ovlivní uživatelé programu. Autor bude vděčný za připomínky vedoucí ke celkovému zkvalitnění všech stránek programu MODES.

V současné době se vývoj soustřeďuje pro vpužití MODEsu jako simulačního jádra pro dispečerské trénigové simulátory.

## LITERATURA

- [1] Karel Máslo: Popis modelování přechodných dějů v elektrizační soustavě,  
Použití modelů v programu MODES
- [2] Karel Máslo: Průvodce použitím programu MODES při analýze elektrizační soustavy,  
Příklady použití programu MODES
- [3] Karel Máslo: Programování programu MODES,  
Tvorba uživatelských modelů v programu MODES
- [4] Karel Máslo: Uživatelská příručka pomocných a přídatných programů balíku MODES.

<b>OBSAH</b>	
<b>PŘEDMLUVA</b>	<b>1</b>
<b>TISKOVÁ KONVENCE</b>	<b>2</b>
<b>DEFINICE POUŽITÝCH TERMINŮ</b>	<b>3</b>
<b>1. ÚVOD</b>	<b>6</b>
1.1 Určení programu	6
1.2 Možnosti a účel programu	6
1.3 Koncepce programu	7
1.3.1 Vícevrstvá a modulární architektura	7
1.3.2 Třírozměrný datový model	10
1.3.3 Knihovní modely a typové parametry	11
<b>2. PODMÍNKY FUNKCE PROGRAMU</b>	<b>12</b>
2.1 Požadavky na HW a SW	12
2.2 Instalace balíku programů MODES	12
2.3 Spuštění, přerušení a ukončení programu MODES	12
2.4 Spuštění programu UST	12
2.5 Spuštění programu MODMAN	12
<b>3. DRUHY VSTUPNÍCH SOUBORŮ</b>	<b>13</b>
3.1 Soubory chodu	15
3.1.1 Tabulka uzlů	15
3.1.2 Tabulka větví	16
3.1.3 Tabulka bloků	18
3.1.4 Parametry pro výpočet nesymetrických poruch	19
3.2 Tabulky automatik, vývodů, stabilizátorů, regulátorů, ARN, logik a LFC	20
3.2.1 Tabulka automatik a vývodů (vst.soubor AUTOMAT.DAT)	20
3.2.2 Tabulka stabilizátorů, regulátorů a ARN (vst.soubor STABIL.DAT)	23
3.2.3 Tabulka regulátorů	23
3.2.4 Tabulka ARN	23
3.2.5 Tabulka logik (vstupní soubor) LOGIC.DAT	24
3.2.6 Tabulka centrálních regulátorů	24
3.3 Databáze modelů objektů ES	24
3.3.1 Databáze modelů bloku	25
3.3.2 Databáze modelů zátěže	26
3.3.3 Databáze modelů sítě	26
3.4 Katalogy typových parametrů a symbolů	27
3.4.1 Katalog typových parametrů modelů bloku	27
3.4.2 Katalog typových parametrů modelů sítě	28
3.4.3 Katalog symbolů	28
3.4.4 Tvorba dynamických modelů a určování hodnot typových parametrů	29
3.5 Soubory popisující funkce programu	30
3.6 Zadávání zásahů scénářem	35
<b>4. DYNAMICKÁ SIMULACE ELEKTRIZAČNÍ SOUSTAVY</b>	<b>39</b>
4.1 Příprava výchozího chodu sítě	39
4.2 Sestavení nového projektu	39
4.3 Ladění výchozího chodu sítě	41
4.4 Přiřazení bloků do uzlů	43
4.5 Inicializace dynamických modelů	44
4.5.1 Přiřazení modelů jednotlivým blokům	44
4.5.2 Inicializace dynamických modelů bloků	45
4.5.3 Rozdělení celkové zátěže na jednotlivé modely	47
4.6 Spuštění programu v režimu dynamické simulace	48
4.7 Definice automatik	49
4.8 Definice logik	51
4.9 Definice sekundárních regulátorů frekvence a předávaných výkonů (P a f)	52
4.10 Definice modelů zátěže	54
4.11 Definice automatického přepínání odboček traf	56
4.12 Definice stabilizátorů	56
4.13 Určení poruch, odpovídajících zásahů a tvorba scénáře	57
4.14 Výpočet průběhu přechodného děje	59

<b>5. ANALÝZA PŘECHODNÝCH DĚJŮ</b>	<b>60</b>
5.1 Kontrola překročení zadaných mezí	60
5.2 Analýza zkratových proudů	60
5.3 Analýza stavu sítě	61
5.4 Analýza primární regulace	62
5.5 Analýza sekundární regulace P/f	63
5.6 Chyby způsobující ukončení běhu programu	64
<b>6. ANALÝZA PROVÁDĚNÁ PŘÍDAVNÝMI PROGRAMY</b>	<b>65</b>
6.1 Výpočet středních kvadratických odchylek	65
6.2 Analýza veličin sekundární regulace P a f	65
6.3 Harmonická analýza vybraných proměnných	66
<b>7. ROZDÍLY PROTI PŘEDCHOZÍM VERZÍM</b>	<b>67</b>
7.1 Modelovaná soustava	67
7.1.1 Rozdíly proti verzi 2.2/1	67
7.1.2 Rozdíly proti verzi 2.2/2	67
7.1.3 Rozdíly proti verzi 2.2/3	67
7.1.4 Rozdíly proti verzi 2.2/4	68
7.1.5 Rozdíly proti verzi 2.2/5	68
7.1.6 Rozdíly proti verzi 2.2/6	68
7.1.7 Rozdíly proti verzi 2.2/7	68
7.1.8 Rozdíly proti verzi 2.2/8	68
7.1.9 Rozdíly proti verzi 2.2/9	68
7.1.10 Rozdíly proti verzi 2.2/10	68
7.1.11 Rozdíly proti verzi 2.2/11	68
7.1.12 Rozdíly proti předchozí verzi 2.2/14	69
7.2 Funkce programu	69
7.2.1 Rozdíly proti verzi 2.2/1	69
7.2.2 Rozdíly proti verzi 2.2/2	70
7.2.3 Rozdíly proti verzi 2.2/3	70
7.2.4 Rozdíly proti verzi 2.2/4	70
7.2.5 Rozdíly proti verzi 2.2/5	70
7.2.6 Rozdíly proti verzi 2.2/6	70
7.2.7 Rozdíly proti verzi 2.2/7	70
7.2.8 Rozdíly proti verzi 2.2/8	71
• Rozdíly proti verzi 2.2/9	71
7.2.9 Rozdíly proti verzi 2.2/10	71
7.2.10 Rozdíly proti verzi 2.2/11	71
7.2.11 Rozdíly proti verzi 2.2/14	71
7.3 Uživatelské rozhraní MODMAN	71
7.3.1 Rozdíly proti verzi 2.0.	71
7.3.2 Rozdíly proti verzi 2.4.	71
7.3.3 Rozdíly verze 2.7 proti verzi 2.6.	71
7.3.4 Rozdíly verze 2.8 proti verzi 2.7	72
7.3.5 Rozdíly verze 2.9 proti verzi 2.8	72
7.3.6 Rozdíly verze 2.10 proti verzi 2.9	73
7.3.7 Rozdíly verze 2.11 proti verzi 2.10	73
7.3.8 Rozdíly verze 2.12 proti verzi 2.11	73
<b>8. ZÁVĚR</b>	<b>73</b>
<b>LITERATURA</b>	<b>71</b>
<b>OBSAH</b>	<b>72</b>