

## Monika ČECHUROVÁ, Bohuslav VEVERKA

### SOFTWARE MATKART – SOUČASNÝ STAV A VÝVOJOVÉ TRENDY

Čechurová, M., Veverka, B: **Software MATKART – present stay and future development.**  
Kartografické listy 2007, 14, 2 figs., 3 refs.

**Abstract:** Cartography, geography and other science are influenced by rapid development of geoinformatics technologies. There is a need to convert spatial coordinates among various coordinate systems, cartographic projections, geodetic datums. Software MATKART is ready to solve these questions. In the article is described present and future stay of this software.

**Keywords:** geoinformatics, geographic calculators, coordinate computations, map sheet composition, coordinate system

#### Úvod

Rozvoj geoinformačních technologií významným způsobem ovlivnil tradiční vědní obory zabývající se sběrem, zpracováním a využitím informací o objektech a jevech spojených se zemským povrchem. V první řadě se jedná o kartografii, geografii a oblast označovanou jako územní informační systémy – GIS. Snadná dostupnost kvalitních podrobných map a osobních navigačních přístrojů – GPS, s využitím pro výstavbu celé řady prostorových databází ale např. i pro účely poznávací a turistické, vedl k potřebě nejen se orientovat v dostupných mapách ale i umět pracovat s na nich používanými souřadnicovými systémy. Těmto účelům slouží programy označované jako geografické kalkulátory. V tomto příspěvku je podán přehled současného stavu a nejbližšího vývoje univerzitního software MATKART, vyvíjeného na ČVUT v Praze a ZČU v Plzni.

#### Geografické kalkulátory

Pod tímto pojmem se označuje software, který je zaměřen na transformaci souřadnic bodů mezi různými souřadnicovými systémy, které jsou spojeny s rozličnými geodetickými datумы. Podle stupně propracovanosti může být vybaven databází elipsoidů, kartografických zobrazení, či jinými geografickými výpočty jako je výpočet vzdálenosti a azimutu mezi dvěma body, výpočet konvergenčí, transformačních klíčů a dalšími geodetickými i kartografickými výpočty. V moderním pojetí je schopen konvertovat jak jednotlivé body, tak různé databáze bodů či mapové soubory mezi souřadnicovými systémy, datумы a mapovými zobrazeními.

Na internetu lze nalézt různé podoby těchto transformačních softwarů. Jednotlivé aplikace se liší jak svou úrovní, se kterou úzce souvisí serióznost poskytovaných dat, tak možnostmi jejich použití. K dispozici jsou freeware, shareware až po komerčně zaměřené produkty.

Základní charakteristika daných skupin:

**Freeware** – zdarma šířený software, který možno získat např. stažením z internetu, či z různých CD přidávaných k počítačovým časopisům. Program lze používat zdarma po neomezenou dobu a dále šířit. Není dovolené jeho využití za účelem zisku. Freeware na dílčí souřadnicové transformace, zveřejňovaný na osobních stránkách studentů technických oborů, je velmi častým jevem. Odchod studenta ze školy nebo jeho zaměření na jinou problematiku, je zpravidla doprovázen naprostým opuštěním zájmu autora o další osud jeho produktu.

---

Mgr. Monika Čechurová, Ph.D., Západočeská universita, Fakulta pedagogická, katedra geografie, Veleslavínova 42, 306 19 Plzeň, e-mail mcechuro@kge.zcu.cz.

Prof. Ing. Bohuslav Veverka, DrSc., ČVUT v Praze, Fakulta stavební, katedra mapování a kartografie, Thakurova 7, 166 29 Praha 6, e-mail veverka@fsv.cvut.cz

**Shareware** – produkt, rovněž šířený zdarma, ale s omezeními. Ta mohou spočívat v přesně stanoveném počtu spuštění, v době, po kterou je možné program užívat nebo může jít o trvalé omezení některých funkcí programu. Po uplynutí těchto omezení přestane daná aplikace fungovat nebo některé její klíčové funkce. Pro další použití je třeba zaplatit určitou cenu, za kterou uživatel obdrží aktivační klíč nebo heslo a ze shareware se stane klasický komerční software. Shareware bývá obvykle lacinější než obdobné komerční programy. Na webu lze nalézt poměrně mnoho geografických kalkulátorů toho typu. Jejich životnost je rozmanitá a i zde platí, že jejich funkčnost, spolehlivost a garance dalšího vývoje je pro jejich uživatele téměř vždy rizikovým faktorem.

**Komerční software** – software, který je vytvořen a šířen za účelem zisku. V prostředí GIS se jedná především o produkty společností ESRI, Intergraph a mnoha dalších. Tento software je finančně velmi nákladný, zejména jeho upgrade. Na druhé straně má uživatel jistotu, že tyto SW jsou profesionálně vyvíjeny a aktualizovány. Komerčních geografických kalkulátorů existuje značné množství. Jednotlivé produkty se liší především uživatelským komfortem, možnostmi práce se soubory a samozřejmě cenou.

Poznámka :Vajsová ve své diplomní práci ověřila celkem 22 kalkulátorů se zaměřením na možnost transformací do systému WGS84. Z toho 12 SW typu freeware, 6 shareware a 4 komerční produkty. Jako nejlepší byl vyhodnocen program Alltrans od německé společnosti Allsat GmbH.

### **Geografický a mapový kalkulátor MATKART – základní informace**

MATKART je komplex softwarových řešení, obrazových a textových informací z oblasti matematické, velkoměřítkové, topografické a geografické kartografie, zaměřený na potřeby digitální kartografie a geografických informačních systémů (GIS). Program je orientován především na soudobá i historická státní mapová díla vytvořená a používaná na území České republiky a Slovenské republiky. MATKART má modulární výstavbu. Počet a struktura modulů se může v čase měnit dle vývoje oboru geodézie a kartografie, geoinformačních technologií a požadavků jeho uživatelů.

### **Historie vývoje MATKARTu**

Prvé kroky na vývoji souboru programů byly zahájeny již v dávné minulosti, kdy jeden z autorů tohoto článku pracoval jako programátor analytik na vývoji Integrovaného informačního systému o území, vyvíjeného územně plánovacími ústavy TERPLAN Praha a CUA Bratislava. Cílem bylo vytvoření banky matematických metod postupů ve formě matematické knihovny zdrojových textů ve zvoleném programovacím jazyce.

Prvními používanými jazyky byl jazyk PL/I, dále FORTRAN včetně jeho různých dialektů a jazyk BASIC v jeho prvotní podobě, pro kterou bylo bohužel typické neuvěřitelné množství dialektů jazyka a navíc jeho nepružnost daná číslováním řádků programového kódu. Vývojové diagramy tehdejších programů se oprávněně označovaly jako „mísa špaget“, díky značnému množství podmíněných skoků typu GO TO, ani jinak vyhlížet nemohly.

Prvním uceleným výpočetním systémem se stala verze TURBO MATKART, založena na užívání jazyka Turbo Pascal. Uživatelská obec tuto verzi sice přivítala, ale časem s kritikou na nepružný dialog s programem a jeho obtížné interaktivní ovládání. Vývoj pascalské verze MATKARTu byl proto v roce 2000 ukončen.

Vývoj programovacích jazyků však pokračoval dále a jazyk TP začal být vytlačován z profesionálního programátorského prostředí objektově orientovanými jazyky C++ a Visual Basic, kde zejména druhý jmenovaný jazyk se těší podpoře prostředí Windows, kde pro naše potřeby je zejména vhodné napojení na tabulkový procesor MS Excel.

Jazyk C++ je sice, zejména mezi teoreticky orientovanými programátory, považován v porovnání s Visual Basicem za sofistikovanější, ale jeho syntaxe je poměrně složitá a nepřehledná. Navíc uživatele programů vždy daleko víc zajímá co program dokáže a jeho uživatelská přívětivost, nikoli text zdrojového kódu programu.

## Zaměření MATKARTu

MATKART obsahuje programová, grafická, tabulková a textová řešení zaměřená na

- přepočty souřadnic mezi souřadnicovými systémy v rovině mapy a na elipsoidu, používají se výhradně globální transformační klíče, tj. klíče s platností pro celé zájmové území, přesnost transformací souřadnic je submetrová,
- výpočty v kladech listů státních civilních a vojenských mapových děl, tj. určení souřadnic rohů mapového listu ze zadané nomenklatury, nalezení mapy do které padne bod o známých souřadnicích a poloha bodu v příslušné mapě, určení bodu v mapě jeho polohou vůči mapovému rámu a výsledný přepočet jeho polohy v rovinném souřadnicovém systému,
- klady a názvy mapových listů státních mapových děl historické i soudobé podoby, zejména I., II. a III. vojenské mapování, vojenské topografické mapy a základní mapy středních měřítek,
- geodetické a geografické souřadnicové systémy, viz systémy Gusterberg, Svatý Štěpán, S-JTSK, S-42, WGS84 a elipsoidy Besselův, Krasovského a WGS84,
- speciální geodetické a kartografické výpočty, např. výpočet délky poledníkového a rovnoběžkového oblouku, různé typy rovinných transformací s preferencí transformace podobnostní a transformace Helmertovy.

## Moduly MATKARTu

Modul **Geografický kalkulátor** - vzájemné převody mezi souřadnicovými systémy v rovině zobrazení a na ploše elipsoidu.

Modul **VM** - výpočty v kladech listů historických i soudobých map velkých měřítek (mapy katastrální, pozemkové, technicko-hospodářské, odvozené aj., do měřítka 1:5000).

Modul **ZM** - výpočty v kladech listů Základních map středního měřítka (mapy civilní mapovací služby od roku 1969 - dosud), měřítková řada 1:10 000 až 1:200 000.

Modul **HTM** - výpočty v kladech listů historických vojenských topografických map (II. a III. vojenské mapování), měřítka 1:28 800, 1:75 000 a 1:200 000.

Modul **TM** - výpočty v kladech listů soudobých vojenských topografických map (mapy vojenské topografické služby od roku 1956 - dosud), měřítková řada 1:25 000 až 1:100 000.

Modul **SPECIAL** - různé výpočty z oblasti matematické kartografie, rovinné a vyšší geodézie, které mohou být užitečné.

## Uživatelé MATKARTu

Program MATKART je užíván v mnoha modifikacích. Bezplatná edukační verze je zavedena do výuky a výzkumu prakticky na všech vysokých školách ČR, kde se vyučuje geoinformatika ve spojení s geodézií, kartografií, či geografii, tj. v Praze, Brně, Ostravě, Olomouci, Ústí nad Labem, Plzni a Českých Budějovicích. Bezplatná verze rovněž slouží řadě katastrálních úřadů, dalších orgánů státní správy a drobným podnikatelům v zeměměřičství a stavebnictví. Tato verze MATKARTU je bezplatně dostupná k stažení a užívání na [www.geolab.cz](http://www.geolab.cz).

Z významnějších geodetických institucí využívají MATKART např. Geodézie ČS, GEPRO Praha, PRINCIP Praha, Dynatech Brno, Geoinvest Praha aj. Zajímavé jsou aplikace pro Archeologický ústav AV ČR Praha (databáze několika desítek tisíc archeologických nalezišť), dále pro Ústav pro jazyk český AV ČR (databáze stovek tisíců pomístních názvů) a řada pracovišť z oblasti ekologie, životního prostředí aj.

Největším a nejrozsáhlejším uživatelem MATKARTu je Český Telecom (dnes O2), který jej používá pro podrobnou velkoměřítkovou dokumentaci objektů přenosových sítí se statistici záznamů.

Přehlednout nelze ani aplikace MATKARTu při zkoumání a kartografické analýze historických vojenských mapování (II. a III. vojenské mapování) a mezinárodní spolupráce s partnerskými universitami na Slovensku, v Maďarsku a Polsku.

### **Nová koncepce MATKARTu**

Nevýhodou stávajícího řešení je jeho jistá nesourodost, daná jeho vývojem v čase. Dalším důvodem k modifikaci je skutečnost, že programy většinou nepodporují hromadný numerický vstup a výstup dat v zadaných souřadnicových systémech a mapových dílech. Také není možné paralelně pracovat s dvěma a více programy nebo využívat jiné aplikace pracující pod Windows vhodné pro úpravy a další zpracování výstupních dat.

Výrazný nárůst zájmu odborné veřejnosti o programy, které lze v rámci současných modulů MATKARTu využívat, vedl autory článku k myšlence nové koncepce celého softwaru.

Existence značného množství hotových funkčních programů, sestavených podle originálních matematických algoritmů, je důvodem k dalšímu setrvání ve vývojovém prostředí jazyka Visual Basic se zachováním základní struktury jednotlivých modulů, protože se jedná o prostředí tematicky ucelené a mezi uživateli MATKARTu známé.

### **Návrh ovládání**

Navrhovaná změna se týká v první řadě ovládání programů jednotlivých modulů. Všechny programy jsou dostupné z nabídky (menu) hlavního formuláře – správce MATKART, názvy modulů jsou položkami v nabídce. Jednotlivé programy se pak po spuštění zobrazují v samostatných oknech s hlavičkou názvu programu a okna se chovají stejně. Položky nabídky hlavního formuláře jsou:

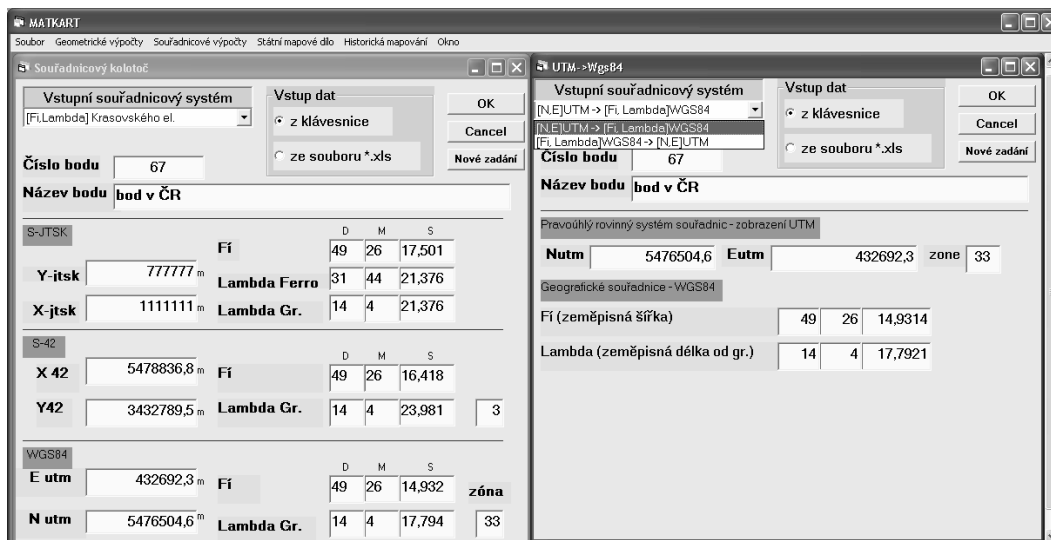
- Soubor (pro operace se vstupními a výstupními datovými soubory - nabízí možnost tiskového výstupu na tiskárnu nebo do souboru a ukončení činnosti celého MATKARTu)
- Geometrické výpočty (geodetické výpočty v rovině, na kouli a na elipsoidu)
- Souřadnicové výpočty (převody souřadnic mezi zvolenými souřadnicovými systémy, rovinnými i elipsoidickými)
- Státní mapové dílo (výpočty v kladech listů státních civilních i vojenských map)
- Historická mapování (II. a III. vojenské mapování)
- Okno (pro strukturování uživatelského rozhraní)

Nový MATKART je navržen jako aplikace MDI (Multiple Document Interface), s těmito vlastnostmi chování:

1. Formuláře jednotlivých dílčích programů se zobrazují uvnitř rámce hlavního ovládacího formuláře, i když budou jejich okna minimalizována, jejich ikona bude stále na ploše hlavního formuláře.
2. Pokud se minimalizuje okno celého MATKARTu, nebudou vidět ani okna dílčích programů.
3. Je-li plocha okna dílčího programu větší než je okno hlavního formuláře MATKART, jsou automaticky k dispozici horizontální a/nebo vertikální posuvná lišta.

Okno je položka v hlavním menu, která je funkčně v souladu s jinými běžně používanými aplikacemi typu MDI (MS Word, MS Excel aj.). Dílčí nabídka položky Okno obsahuje dvě skupiny příkazů. První skupinu tvoří příkazy týkající se umístění oken výpočetních programů na ploše hlavního formuláře MATKARTu (uspořádání kaskádovitě, rozdělení oken horizontálně a vertikálně). Druhá skupina obsahuje příkazy pro zavření aktivního okna nebo všech otevřených oken. Čárou je oddělen seznam všech otevřených oken, značkou je označeno aktuální okno.

Na ploše hlavního okna MATKARTu může být otevřeno několik formulářů s dílčími programy v samostatných oknech. Na obr. 1 je ukázka takového uspořádání na příkladu dvou programů se souřadnicovými výpočty – „Souřadnicový kolotoč“ a „UTM→WGS84“.



Obr. 1 Uspořádání formulářů a nabídek na ploše hlavního okna podle nové koncepce systému MATKART

### Vstup a výstup dat

Každý z dílčích programů má stejným způsobem umožněn vstup z klávesnice nebo z předem připraveného datového souboru.

1. Vstup z klávesnice  
je založen na interaktivním dialogu mezi programem a uživatelem. Řešení probíhá v těchto krocích:
  - volba varianty zadání
  - vstup dat nutných pro výpočetní realizaci příslušného algoritmu
  - matematické řešení
  - výstup dat do okna formuláře programu

Možnosti dalšího postupu uživatele jsou:

- nové zadání a opětovné spuštění výpočtu
- uložení vstupních i výstupních dat formou
  - tisku celého formuláře
  - uložení dat do textového souboru

2. Hromadný vstup ze souboru

Objektově orientovaná povaha jazyka VB umožňuje jeho aplikacím sdílet informace s jinými aplikacemi prostředí Windows (tzv. automatizace OLE). MATKART tak může s výhodou používat objekty aplikace např. MS Excel pro přístup k datům uloženým v tabulkovém uspořádání. Řešení pak probíhá v těchto krocích:

- volba varianty zadání
- otevření vstupního souboru \*.xls (dialogová nabídka Otevřít...)
- navázání spojení s aplikací MS Excel přímo z programového kódu MATKARTu
- spuštění aplikace MS Excel na pozadí, tj. uživatel je stále v kontaktu pouze s programem MATKART a okno Excelu nebo jiné aplikace není vidět (ani na nástrojové liště)
- načtení datových buněk
- zobrazení tohoto vstupního souboru na formuláři aktivního programu MATKARTu
- cyklus matematického řešení
- výstup dat do souboru \*.xls
- zobrazení tohoto výstupního souboru na formuláři aktivního programu MATKARTu
- uložení výstupního souboru (dialogová nabídka Ulož jako...)
- ukončení spojení s aplikací opět z programového kódu MATKARTu

Je zde další možnost využití nástrojů Excelu (např. pro úpravy buněk) prostřednictvím programu MATKART, pokud by se to ukázalo být přínosné.

Ukázka realizace obou typů vstupně-výstupních operací na příkladu programu „Souřadnicový kolotoč“ je na obr. 2.

**Vstupní souřadnicový systém**

[Y:X] S-JTSK

[Y:X] S-JTSK

[Fi,Lambda]Ferro, Bessel. elipsoid

[Fi,Lambda]Greenwich, Bessel.elipsoid

[X:Y] S-42

[Fi,Lambda]Krasovského el.

[E,N] WGS84, UTM

[fi,lambda] WGS84

S-JTSK

**Vstup dat**

z klávesnice

ze souboru \*.xls

OK

Cancel

Nové zadání

**Vstup ze souboru \*.xls**

D:\WB6-projekty\NavrhMatkart\DataKolotocJTJK.xls

řádek	Y	X
1	777777	1111111
2	777765	1111234
3	777632	1123456
4	776543	1198765
5	779877	1134567
6	785634	1034567
7	745342	1234567
8	745454	1212126
9	712233	1238909
10	712245	1115677

**Výstup do souboru \*.xls**

D:\WB6-projekty\NavrhMatkart\vystup-ukazka.xls

1	49	26	18	31	44	21
2	49	26	14	31	44	23
3	49	19	42	31	45	55
4	48	39	33	31	55	24
5	49	13	36	31	45	22
6	50	6	34	31	28	47
7	48	22	41	32	24	27
8	48	34	41	32	21	57
9	48	22	40	32	51	29
10	49	28	37	32	38	37

**S-JTSK**

Y-itsk  m

X-jtsk  m

F<sub>i</sub>

Lambda Ferro

Lambda Gr.

**S-42**

X 42  m

Y42  m

F<sub>i</sub>

Lambda Gr.

**WGS84**

E utm  m

N utm  m

F<sub>i</sub>    **zóna**

Lambda Gr.

Obr.2 Formulář programu „Souřadnicový kolotoč“ s hromadnými vstupně-výstupními operacemi v rámci nové koncepce MATKARTu

### **Ukládání dat**

Styl okrajů programových formulářů umožňuje intuitivní ovládání oken pomocí ikon minimalizace, maximalizace a zavření okna. Ukončení činnosti celé aplikace MATKART nebo dílčích výpočetních programů podporuje ochranu neuložených dat. Při hromadném vstupu dat ze souboru je ukládání výstupního souboru automaticky zahrnuto v krocích řešení. Ovšem při vstupu z klávesnice musí uživatel sám zajistit, pokud o výsledky proběhnutého výpočtu stojí, jeho uložení. Položka hlavního menu Soubor nabízí odeslání celého formuláře na tiskárnu nebo možnost uložení dat do textového souboru.

Výhodou navržené koncepce MATKARTu je možnost snadného přidávání dalších dílčích programů na formulářích nebo i celých modulů v souladu s vývojem oboru geodézie a kartografie tak, aby byl stále aktuální. Nové ovládání respektuje modulární členění a zároveň se svou strukturou a prvky přibližuje jiným programům pracujícím pod Windows. Programové prostředí MATKARTu je podle nové koncepce intuitivní a uživatelsky příjemnější. Výsledkem koncepčně jednotného přístupu je, že se MATKART stane integrální součástí operačního systému a jeho aplikací.

### **Závěr**

S rozvojem geoinformatiky a narůstajícím používáním osobních GPS, různých infomap obecně dostupných na mapových webech, včetně map v klasické papírové podobě obsahujících moderní souřadnicové systémy, stále narůstá potřeba vzájemných převodů mezi používanými rovinnými i sférickými souřadnicovými systémy. Je zde nutno si rovněž uvědomit, že v různých evropského kontinentu je běžné používání národních souřadnicových systémů, národních mapových děl a kartografických projekcí. Jistou unifikaci představuje světový systém WGS84 a prostředí tzv. bezešvých map, kde kartografická kresba pokrývá celé zájmové území a není třeba pracovat s jednotlivými mapovými listy, jejich rozměry a značením.

Proces přechodu od národních kartografických specifik, daných jejich historickým a zejména politickým vývojem, ke globálním souřadnicovým systémům a jednotné bezešvé mapě např. celého evropského kontinentu, navíc v jednotném kartografickém zobrazení, bude ještě dlouhý a problematický. Autoři tohoto příspěvku si dovoluují např. zmínit složitý vývoj zavádění evropského navigačního systému GALILEO, který by měl nahradit americký systém GPS a vymanit tak evropský kontinent z rizika závislosti na zámořské technologii. V oblasti map bude cesta k jednotnému mapovému dílu, s platností např. pro celou Evropskou Unii, obdobně pomalá a složitá. Do té doby budou mít různé softwary pro přepočty souřadnic a výpočty v kladech soudobých i historických mapových děl, své oprávnění.

Tento příspěvek byl podpořen grantem GAČR 205/07/0385 **“Kartometrická a semiotická analýza a vizualizace starých map českých zemí z období 1518-1720“**.

### **Literatura**

- VEVERKA,B.(2004): *MATKART 2004 – educational version. GEOSOFT geoinformační software*, Praha.
- VAJSOVÁ,B. (2005) : *Interaktivní geografické kalkulátory MADTRAN a MATKART, uživatelské hodnocení*. Diplomová práce na katedře mapování a kartografie FSv ČVUT v Praze, vedoucí B. Veverka.
- VEVERKA,B.(2006) : *Souřadnicové transformace v geoinformatice*. Sborník a CD ROM, veletrh GEOS 2006, editor M.Talich. VÚGTK Zdiaby.

## **S u m m a r y**

Software MATKART – present stay and future development

Geographic calculators are application programmes which allow to easily convert geographic or geodetic coordinates among a variety of coordinate systems, map projections and geodetical datums which are used in digital cartography or GIS technologies. The user interface is similar to that of a math calculator. To convert coordinates of a single point or the set of points you have to simply select the source and target coordinate system and pressx START or CONVERT eventually EXE button.

Proposed conception of MATKART software package connects current solution algorithms with user's friendly programming environment and functions. Implementation of input/output operations for mass data solutions is included.

Fig. 1 Form and menu arrangement in proposed conception

Fig. 2 Implementation of input/output operations for mass data solutions

**Lektoroval:**